

AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM - UMA METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DE SOFTWARE

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO

AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM - UMA
METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DE SOFTWARE

Rosana de Fátima Dias

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Florianópolis

2003

Rosana de Fátima Dias

**AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM - UMA METODOLOGIA PARA
AVALIAÇÃO DE SOFTWARE**

Esta dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do título de **Mestre em Engenharia de Produção no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção** da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 18 de dezembro de 2003.

Prof. Ricardo Miranda Barcia, Ph.D.

Coordenador do Curso

BANCA EXAMINADORA

Prof. Gregório Jean Varvakis Rados, Ph.D. - Orientador

Prof. Pedro Felipe de Abreu, Ph. D.

Prof. Alejandro Martins Rodriguez, Dr.

*Dedico este trabalho a
meus pais, João e Elza, pelo exemplo de luta, fé e vida;*

*aos meus tios Edgard e Gilda, que um dia me mostraram a importância e o valor “
de determinados caminhos...”;*

*aos meus sobrinhos Gu, Diogo, Romana e Caio para que eles um dia compreendam
e talvez busquem “estes caminhos. “*

Agradecimentos

Ao Lelo , pelo tempo em que ainda existiam jasmins;

Ao Valério, pela cumplicidade, companheirismo e apoio;

*Ao Zé, por ter me mostrado que mesmo que as coisas sejam inatingíveis não há
motivo para não querê-las;.*

Ao Alberto, por tudo que já foi um dia;

Ao Johnny, pelo amor incondicional;

*Ao Prof.Gregório , que me ensinou com tão poucas palavras que a distância é muito
relativa;*

A Prodemge, especialmente ao Luiz Cláudio, pela oportunidade;

Ao Cleber e Maria Lucia pelo apoio ;

Aos colegas do Izabella, pelo convívio e carinho.

*“(...) Há alguma coisa dentro de nós que adora montar um quebra-cabeça, que adora
ver surgir a imagem do todo.
A beleza de uma pessoa, de uma flor ou de um poema reside em vê-los por inteiro”
(...)”*

Peter Senge

SUMÁRIO

| | |
|---|-------------|
| LISTA DE FIGURAS | VIII |
| LISTA DE QUADROS..... | VIII |
| LISTA DE TABELAS..... | IX |
| SIGLAS | X |
| RESUMO | XI |
| ABSTRACT | XII |
| CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1. RELEVÂNCIA..... | 1 |
| 1.2. O PROBLEMA | 4 |
| 1.3. OBJETIVOS | 5 |
| 1.3.1. Objetivo geral..... | 5 |
| 1.3.2. Objetivos específicos | 5 |
| 1.4. METODOLOGIA..... | 5 |
| 1.5. ESTRUTURA..... | 6 |
| 1.6. LIMITAÇÕES..... | 7 |
| CAPÍTULO 2 - O PRODUTO DE SOFTWARE | 9 |
| 2.1. INTRODUÇÃO | 9 |
| 2.2. O CONTEXTO DO ATUAL PROCESSO PRODUTIVO..... | 9 |
| 2.3. A NATUREZA DOS PRODUTOS DE SOFTWARE | 11 |
| 2.3.1. O software como produto | 12 |
| 2.3.2. A evolução do produto de software..... | 13 |
| 2.4. QUALIDADE EM PRODUTOS DE SOFTWARE | 14 |
| 2.4.1. Garantindo a qualidade de produtos de software..... | 15 |
| 2.4.2. O uso de normas na qualificação de software..... | 15 |
| 2.5. QUALIDADE NO PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DE SOFTWARE | 16 |
| 2.5.1. Utilização de métodos e técnicas na construção de software | 17 |
| 2.5.2. Normas referentes a processos de software | 18 |
| 2.6. QUALIDADE DO PRODUTO FINAL DE SOFTWARE | 19 |
| 2.6.1. Avaliação de software..... | 19 |
| 2.6.2. A mensuração de software..... | 21 |
| 2.6.3. Normas referentes a produtos de software..... | 22 |
| 2.7. CONSIDERAÇÕES GERAIS..... | 27 |

| | |
|---|-----------|
| CAPÍTULO 3 - AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM..... | 28 |
| 3.1. INTRODUÇÃO | 28 |
| 3.2. O CONTEXTO EDUCACIONAL CONTEMPORÂNEO..... | 28 |
| 3.3. A TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO..... | 31 |
| 3.3.1. O software educacional | 33 |
| 3.3.2. O ensino a distância | 34 |
| 3.4. AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM..... | 36 |
| 3.4.1. Concepção de ambientes virtuais de aprendizagem | 37 |
| 3.4.2. Características de software para geração de ambientes virtuais..... | 49 |
| 3.4.3. Produtos de software para geração de ambientes virtuais de aprendizagem | 50 |
| 3.5. AVALIAÇÃO DE SOFTWARE EDUCACIONAL..... | 54 |
| 3.6. CONSIDERAÇÕES GERAIS..... | 55 |
| | |
| CAPÍTULO 4 - DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO | 56 |
| 4.1. INTRODUÇÃO | 56 |
| 4.2. VISÃO GERAL DA METODOLOGIA..... | 56 |
| 4.3. APRESENTAÇÃO DA METODOLOGIA..... | 59 |
| 4.3.1. Primeira Etapa - Estabelecer requisitos da avaliação | 59 |
| 4.3.1.1. Fase 1 - Estabelecer o propósito da avaliação..... | 59 |
| 4.3.1.2. Fase 2 - Identificar tipos de produtos a serem avaliados | 60 |
| 4.3.1.3. Fase 3 - Especificar modelo de qualidade | 60 |
| 4.3.2. Segunda Etapa - Especificar a avaliação | 61 |
| 4.3.2.1. Fase 1 - Selecionar métricas | 62 |
| 4.3.2.2. Fase 2 - Estabelecer níveis de pontuação para as métricas | 68 |
| 4.3.2.3. Fase 3 - Estabelecer critérios para julgamento | 71 |
| 4.3.3. Etapa 3 - Projetar a avaliação | 75 |
| 4.3.4. Etapa 4 - Executar a avaliação..... | 76 |
| 4.3.4.1. Fase 1 - Obter as medidas | 76 |
| 4.3.4.2. Fase 2 - Comparar com critérios..... | 78 |
| 4.3.4.3. Fase 3 - Obter os resultados..... | 79 |
| 4.4. CONSIDERAÇÕES GERAIS..... | 79 |
| | |
| CAPÍTULO 5 - VERIFICAÇÃO PRÁTICA DA METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO..... | 81 |
| 5.1. INTRODUÇÃO | 81 |
| 5.2. O TELEDUC | 81 |
| 5.3. PRIMEIRA ETAPA - ESTABELECEMOS REQUISITOS DA AVALIAÇÃO..... | 82 |
| 5.3.1. Fase 1 - Estabelecer o propósito da avaliação..... | 82 |
| 5.3.2. Fase 2 - Identificar tipos de produtos a serem avaliados | 82 |

| | |
|--|------------|
| 5.3.3. Fase 3 - Especificar modelo de qualidade | 83 |
| 5.4. SEGUNDA ETAPA - ESPECIFICAR A AVALIAÇÃO..... | 83 |
| 5.4.1. Fase 1 - Selecionar métricas | 83 |
| 5.4.2. Fase 2 - Estabelecer níveis de pontuação para as métricas | 83 |
| 5.4.3. Fase 3 - Estabelecer critérios para julgamento | 87 |
| 5.5. ETAPA 3 - PROJETAR A AVALIAÇÃO | 87 |
| 5.6. ETAPA 4 - EXECUTAR A AVALIAÇÃO..... | 88 |
| 5.6.1. Fase 1 - Obter as medidas | 88 |
| 5.6.2. Fase 2 - Comparar com critérios..... | 102 |
| 5.6.3. Fase 3 - Obter os resultados..... | 104 |
| 5.7. CONSIDERAÇÕES GERAIS..... | 105 |
| CAPÍTULO 6 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS..... | 107 |
| 6.1. INTRODUÇÃO | 107 |
| 6.2. SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES..... | 109 |
| BIBLIOGRAFIA..... | 112 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 119 |
| APÊNDICE A..... | 121 |

Lista de Figuras

| | |
|---|-----|
| Figura 1 - Processo de Avaliação..... | 26 |
| Figura 2 - Etapas de um Processo de Avaliação..... | 56 |
| Figura 3 - Avaliação do TelEduc - Características Funcionais..... | 104 |
| Figura 4 - Avaliação do TelEduc - Características Não Funcionais..... | 105 |

Lista de Quadros

| | |
|--|----|
| Quadro 1 - Características da NBR 13596..... | 23 |
| Quadro 2 - Subcaracterísticas da NBR 13596..... | 24 |
| Quadro 3 - Paradigma Antigo x Paradigma Novo..... | 30 |
| Quadro 4 - Critérios Ergonômicos..... | 40 |
| Quadro 5 - Teorias de Aprendizagem..... | 41 |
| Quadro 6 - Relação de Métricas Funcionais..... | 63 |
| Quadro 7 - Relação de Métricas Não Funcionais..... | 65 |
| Quadro 8 - Categorias Métricas..... | 69 |
| Quadro 9 - Notas das Categorias..... | 69 |
| Quadro 10 - Categorias Métricas..... | 70 |
| Quadro 11 - Atribuições de Pesos - Características Não Funcionais | 71 |
| Quadro 12 - Avaliação do Produto TelEduc - Categorias Métricas..... | 84 |
| Quadro 13 - Avaliação do Produto TelEduc - Notas das Categorias..... | 84 |
| Quadro 14 - Avaliação do Produto TelEduc - Definição de Pesos..... | 85 |
| Quadro 15 - Avaliação do Produto TelEduc - Atribuição de Pesos - Características Funcionais..... | 86 |
| Quadro 16 - Avaliação do Produto TelEduc - Atribuição de Pesos - Características Não Funcionais..... | 86 |
| Quadro 17 - Avaliação do Produto TelEduc - Plataforma de Avaliação..... | 88 |
| Quadro 18 - Avaliação do Produto TelEduc - Seção 1 - Características Gerais | 89 |

Lista de Tabelas

| | |
|---|-----|
| Tabela 1 - Totalização do Nível Funcional..... | 78 |
| Tabela 2 - Totalização do Nível Não Funcional..... | 79 |
| Tabela 3 - Total da Avaliação..... | 79 |
| Tabela 4 - Avaliação do Produto TelEduc - Seção 2 - Características Funcionais - Administração/Coordenação..... | 90 |
| Tabela 5 - Avaliação do Produto TelEduc - Seção 2 - Características Funcionais - Avaliação..... | 91 |
| Tabela 6 - Avaliação do Produto TelEduc - Seção 2 - Características Funcionais - Colaboração/Cooperação..... | 92 |
| Tabela 7 - Avaliação do Produto TelEduc - Seção 2 - Características Funcionais - Comunicação/Interação..... | 93 |
| Tabela 8 - Avaliação do Produto TelEduc - Seção 2 - Características Funcionais - Construção..... | 94 |
| Tabela 9 - Avaliação do Produto TelEduc - Seção 2 - Características Funcionais - Didática..... | 95 |
| Tabela 10 - Avaliação do Produto TelEduc - Seção 2 - Características Funcionais - Pesquisa..... | 96 |
| Tabela 11 - Avaliação do Produto TelEduc - Seção 3 - Características Não Funcionais - Funcionalidades | 97 |
| Tabela 12 - Avaliação do Produto TelEduc - Seção 3 - Características Não Funcionais - Confiabilidade..... | 98 |
| Tabela 13 - Avaliação do Produto TelEduc - Seção 3 - Confiabilidade..... | 99 |
| Tabela 14 - Avaliação do Produto TelEduc - Seção 3 - Características Não Funcionais - Eficiência..... | 101 |
| Tabela 15 - Avaliação do Produto TelEduc - Seção 3 - Características Não Funcionais - Portabilidade..... | 102 |
| Tabela 16 - Avaliação do Produto TelEduc - Totalização do Nível Funcional..... | 103 |
| Tabela 17 - Avaliação do Produto TelEduc - Totalização do Nível Não Funcional..... | 103 |
| Tabela 18 - Avaliação do Produto TelEduc - Totalização da Avaliação..... | 104 |

Siglas

| | |
|---------|---|
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| AICC | <i>Aviation Industry CBT (Computer-Based Training) Committee</i> |
| AVA | Ambientes Virtuais de Aprendizagem |
| CD-ROM | <i>Compact disc - Randomic Only Memory</i> |
| CMM | <i>Capability Maturity Model</i> |
| E-mail | <i>Eletronic mail</i> |
| ES | Engenharia de Software |
| FAQ | <i>Frequently Asks Questions</i> |
| HTML | <i>Hyper Text Markup Language</i> |
| ISO | <i>International Organization for Standardization</i> |
| IEC | <i>International Electrotechnical Comission</i> |
| NIED | Núcleo de Informática Aplicada à Educação |
| NBR | Normas Brasileiras |
| ODBC | Open DataBase Connectivity |
| PEI | Produtos Educacionais Informatizados |
| PUC-Rio | Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro |
| SCORM | <i>Sharable Content Object Reference Model Initiative</i> |
| SPICE | <i>Software Process Improvement & Capability Determination.</i> |
| Unicamp | Universidade Estadual de Campinas |
| WEB | <i>Word Wide Web</i> |

Resumo

DIAS, Rosana de Fátima. **Ambientes Virtuais de Aprendizagem** - Uma metodologia para avaliação de software. Florianópolis, 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2003.

Este estudo teve como proposta estruturar uma metodologia para avaliação de produtos de software geradores de ambientes virtuais de aprendizagem. A metodologia gerada foi orientada pelas normas de software, especificamente a ISO/IEC 14598 e NBR 13596.

A fundamentação teórica foi trabalhada no primeiro momento através da contextualização do produto de software em relação a padrões de qualidade. Em seguida foi feita abordagem específica do software educacional voltado para geração de ambientes virtuais de aprendizagem quando foram apontados conceitos e características deste tipo de produto.

Para a elaboração do processo de avaliação foi utilizada a norma ISO/IEC 14598 através de suas diversas etapas, adaptadas para o contexto do tipo de software trabalhado. A norma NBR 13596 foi utilizada na construção do modelo de levantamento de características do produto.

Para definição dos requisitos a serem avaliados foram definidas métricas e critérios relacionados aos produtos de software voltados para a geração de ambientes virtuais de aprendizagem. As métricas foram associadas às características funcionais e não funcionais do produto e tratadas sob quatro dimensões identificadas como pedagógicas, ergonômicas, funcionais e tecnológicas.

Para facilitar o processo metodológico os parâmetros trabalhados foram sistematizados através de modelos específicos. A metodologia proposta foi verificada através da avaliação do software TelEduc.

Após a verificação foi possível concluir que a utilização da metodologia sugerida, associada às técnicas e métodos propostos apresentou um resultado positivo proporcionando maior agilidade e precisão na condução do trabalho realizado.

Palavras-chave: avaliação de software, ambientes virtuais de aprendizagem, ensino a distancia, qualidade em software educacional.

Abstract

DIAS, Rosana de Fátima. **Ambientes Virtuais de Aprendizagem** - Uma metodologia para avaliação de software. Florianópolis, 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2003.

This study it had as proposal to structuralize a methodology for evaluation of generating software of virtual learning environments. The generated methodology was guided by the software norms, specifically the ISO/IEC 14598 and NBR 13596.

The theoretical recital was worked at the first moment through the context of the software in relation the quality standards. After was made specific reference to the educational software directed toward generation of virtual learning environments when had been pointed the characteristic and concepts of this type of product .

For the elaboration of the evaluation process was used the norm ISO/IEC 14598 through its diverse stages, adapted for the context of the type of worked software.

For definition of the requirements to be evaluated had been defined metrics and criterias related to the type of software studied. The metric ones had been associates to the functional and not functional characteristics of the product and treated under four dimensions identified as pedagogical, ergonomic, functional and technological. Norm NBR 13596 was used in the construction of the model of survey of characteristics of the product.

To facilitate to the methological process the worked parameters they had been systemize through specific models.

The methodology proposal was verified through the evaluation of the TelEduc software.

After the verification was possible to conclude that the use of the suggested methodology, associated to the techniques and considered methods presented a positive result providing to bigger agility and precision in the conduction of the carried through work.

Key-words: evaluation software, learning virtual environment, distance learning, quality in educational software.

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

1.1. Relevância

As grandes mudanças ocorridas no mundo neste final de milênio, provocadas principalmente pelo avanço da tecnologia e das comunicações, aliadas a outros fatores econômicos, políticos e sociais, determinaram uma nova ordem para a sociedade.

Esta nova ordem, impulsionada pelo desenvolvimento da informática e pelo advento da Internet, favoreceu a globalização de mercados, transformou a informação em mercadoria agregando-lhe valores e fez do conhecimento um produto de primeira grandeza. Neste panorama a informação circula em alta velocidade e em grandes volumes, assumindo papéis sociais e econômicos fundamentais (TAKAHASHI, 2000).

Segundo Lucena (1998),

Esta noção está associada ao rápido desenvolvimento tecnológico que o mundo desenvolvido experimenta, desde o fim da Segunda Guerra Mundial, e que culmina, nesta década, com uma revolução técnica que ao contrário daquelas que a precederam, não se baseia nem em energia, nem em matéria, mas na relação entre espaço, tempo e conhecimento.

Para acompanhar toda esta mudança de valores, grandes transformações ocorreram também nos processos que regem as atividades humanas. A necessidade de aprendizagem agregou-se a todo o ciclo de vida dos indivíduos lançando novos e constantes desafios para a educação, independente de sua modalidade. A economia por sua vez, inserida num mundo globalizado, cada vez mais exigente em relação à agilidade e competitividade, experimentou uma ampla abertura provocando a necessidade de uma rápida reformulação nas tradicionais formas de atendimento ao mercado e nas realizações de negócios (TAKAHASHI, 2000).

Para Silva, I. (2001),

Estamos vivendo em um período de transformações, que afetam o cenário econômico, político, cultural, social, bem como o empresarial. Este ambiente de evolução e desenvolvimento bastante acelerado dá oportunidade de surgir novas formas de planejamento e realização de negócios, de utilização de recursos e de atendimento e relacionamento com clientes, fornecedores,

acionistas, funcionários, e também com a comunidade na qual a empresa está inserida.

No sentido de responder a este desafio, as organizações passaram a buscar estratégias capazes de elevarem os seus níveis de competitividade, investindo cada vez mais na melhoria de seus produtos e serviços conforme salienta Silva, I. (2001), quando afirma

Com o advento da inovação tecnológica, as empresas, através do espírito inovador, procuram buscar formas de aprimorar a qualidade dos seus produtos e serviços, reduzindo os seus custos e atentando-se continuamente para as necessidades e exigências dos consumidores.

As inovações tecnológicas tornaram-se grandes aliadas na busca deste propósito e a informática passou a ocupar papel fundamental e indispensável neste contexto atuando através de múltiplas aplicações nos diversos segmentos das atividades humanas conforme demonstra Videira (2001), ao declarar :

Hoje em dia é lugar comum ouvir-se falar da importância que a informática ocupa em nossa vida. A rápida evolução e abrangência das tecnologias relacionadas com os sistemas de informações ao longo dos últimos quarenta anos têm colocado sucessivos desafios às empresas.

Em função do contexto apresentado e das exigências impostas pelo mercado ocorreu um processo de intensificação na produção de softwares que passaram a ser construídos de forma indiscriminada muitas vezes sem a utilização de técnicas ou métodos específicos, outras vezes, obedecendo a normas procedimentos, métodos e padrões aleatórios. Por outro lado, a popularização do uso da informática e a maturidade dos usuários acarretaram crescente complexidade na geração de aplicações. Todas estas variáveis acabaram de certa forma provocando danos na qualidade dos produtos construídos gerando a chamada "crise do software" caracterizada por dificuldades em programar prazos, erros e falhas na codificação de programas, esforços duplicados, altos custos de manutenção etc. (PAULA FILHO, 2001; FARIA, 1999).

Para Yourdon, (1995),

As organizações, atualmente, estão enfrentando grandes desafios, tais como, a globalização dos mercados, a necessidade de se tornarem mais competitivas, mais eficazes, mais ágeis na tomada de decisões e de buscarem por informações de uma forma mais rápida. Esses desafios, assim como a atuação das organizações em ambientes de negócios complexos à procura de soluções integradas e a necessidade de atender

satisfatoriamente os clientes, vêm produzindo alterações na maneira de construir e usar software. Cada vez mais, é preciso desenvolver e manter grandes e complexos sistemas, com alta qualidade, em um ambiente competitivo e dinâmico, o que tem levado à busca de novas abordagens para o desenvolvimento de software.

A chamada “crise do software” favoreceu uma demanda por recursos que possibilitassem maior produtividade no desenvolvimento do software e maior qualidade no produto final. No que se refere ao processo de desenvolvimento percebeu-se a evolução de disciplinas, como a engenharia de software, capazes de orientar, organizar, gerir e avaliar o processo em questão. (PAULA FILHO, 2001).

Em relação ao controle da qualidade final do produto as organizações, têm adotado o uso de avaliações e métricas como justifica Scalet (2001), ao afirmar que:

Com a evolução ocorrida no desenvolvimento de software, estimulada pelo seu uso cada vez mais intensivo nas diversas áreas de aplicação, a questão de qualidade de software vem assumindo grande importância, até mesmo como fator diferenciador entre produtos oferecidos ao mercado. No entanto, a percepção de qualidade dificilmente é obtida através da simples observação de um ou outro fator isolado, exigindo sim a aplicação de um modelo que permita avaliar a qualidade do produto de software, considerando sempre que possível critérios objetivos e quantitativos.

As avaliações devem corresponder a uma análise criteriosa dos produtos considerando os requisitos associados aos mesmos, assim como as variáveis relacionadas ao produto analisado, objetivando desta forma selecionar o software mais adequado às necessidades do contratante (CHAVES, 2002 a.).

No sentido de facilitar o processo de avaliação de um software é importante utilizar métodos, técnicas e ferramentas para a condução do processo de avaliação e para a parametrização dos requisitos que compõem o produto. O desenvolvimento de uma metodologia para atender o processo de avaliação permite organizar e padronizar as etapas que devem ser seguidas. A definição de quesitos e critérios de avaliação a serem observados possibilita a análise dos produtos em relação aos ambientes em que estão inseridos. A construção de uma metodologia para avaliação de software tem ainda como propósito fornecer uma visão de todas as características do objeto avaliado permitindo verificar a conformidade com os requisitos inerentes ao software o que proporcionará maior rapidez e qualidade nos resultados a serem obtidos (CHAVES, 2002 a.; CAMPOS, 2002).

1.2. O problema

O software tornou-se um item indispensável no cotidiano das pessoas sendo utilizado hoje em dia em quase todos os segmentos. São utilizados no comércio, em bancos, na educação, nas telecomunicações, na medicina etc., fazendo com que o cidadão moderno a todo momento esteja em contato com a informática.

Um dos segmentos onde a produção de software tem se intensificado é a área educacional. De acordo com Silva (1998),

As tecnologias da informação e comunicação vêm sendo crescentemente aplicadas à educação presencial e à distância. Software aplicativos e educacionais, multimídias, hipermídias, Internet, videoconferência, teleconferência, CD-ROM, realidade virtual, são alguns dos produtos tecnológicos de rápida evolução e complexidade que vêm colocando a questão processo ensino-aprendizagem em destaque na utilização pedagógica e desenvolvimento destas novas tecnologias aplicadas ao ensino.

O conjunto das inovações tecnológicas disponibilizadas atualmente, com ênfase na Internet, vieram favorecer primordialmente o ensino a distância possibilitando a interação dos participantes envolvidos no processo.

Neste cenário, surgiram os ambientes virtuais de aprendizagem, ou ambientes de aprendizagem informatizados. Os ambientes virtuais de aprendizagem via Internet constituem-se em facilitadores para a educação a distância permitindo a interação síncrona ou assíncrona entre os participantes do processo educacional por meio de ferramentas diversas definidas de acordo com o ambiente utilizado. Nestes ambientes os participantes interagem através de discussões, troca de idéias, disponibilização e troca de materiais instrucionais permitindo facilidades na construção do conhecimento (FLEMMING, 2002).

Existem atualmente diferentes softwares capazes de gerar ambientes virtuais de aprendizagem para uso em educação a distância, havendo uma série de particularidades e características diferenciais entre eles, apresentadas através de diferentes concepções pedagógicas e recursos tecnológicos. A adoção de um software desta natureza exige uma criteriosa seleção que pode ser realizada através da avaliação destes produtos.

Mas, como avaliar este tipo de produto?

Que aspectos devem ser considerados na seleção de um produto de software referente a ambientes educacionais informatizados?

Quais os requisitos de qualidade devem ser observados na construção e avaliação de um produto desta natureza?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver uma metodologia para avaliação de softwares voltados para a geração de ambientes virtuais de aprendizagem, baseada em técnicas e modelos de qualidade de software.

1.3.2. Objetivos específicos

Os objetivos específicos a serem alcançados incluem:

- ◆ Pesquisar modelos de avaliação de produtos de software com ênfase na qualidade do produto;
- ◆ Definir requisitos e métricas desejáveis para avaliação de produtos de software voltados para a geração de ambientes virtuais de aprendizagem com o objetivo de fornecer suporte para a melhoria da qualidade;
- ◆ Realizar verificação prática da metodologia proposta.

1.4. Metodologia

A condução deste trabalho obedeceu às etapas apresentadas na sequência a seguir:

- ◆ Definição da proposta e dos tópicos a serem abordados;
- ◆ Realização de pesquisas, leituras, seleção e organização de conteúdos no sentido de levantar e reunir o maior número de informações sobre o tema, visando desta forma contemplar de maneira mais abrangente a interdisciplinaridade que configura a proposta deste estudo;
- ◆ Composição da revisão bibliográfica relativa ao tema através de literatura especializada, projetos, artigos impressos e eletrônicos, relatórios, manuais, conferências, revistas e outras fontes relacionadas ao assunto em questão;
- ◆ Geração da proposta de uma metodologia de avaliação construída através do tratamento e das reflexões extraídas da fundamentação teórica. Procurou-se na concepção da metodologia realizar a integração das dimensões

tecnológicas, pedagógicas, funcionais e ergonômicas relativas à concepção de ambientes virtuais de aprendizagem com o intuito de garantir maior qualidade, a um produto de software desta natureza.

A metodologia proposta foi embasada pelas normas de qualidade NBR 13596-*Características de Qualidade e Diretrizes para seu Uso*, e ISO/IEC 14598 -*Software Product Evaluation*. A norma ISO/IEC 14598-5 foi utilizada no sentido de orientar as principais etapas a serem cumpridas na geração do processo de avaliação. Como instrumento para medição da qualidade do tipo de software estudado foram trabalhados os requisitos funcionais e não funcionais inerentes a este tipo de produto. Os requisitos não funcionais foram associados às características e subcaracterísticas definidas na NBR 13596.

- ◆ Verificação e análise do processo de avaliação sugerido pela ISO/IEC 14598 e da metodologia proposta através da avaliação do software TelEduc. O método utilizado na condução do processo de avaliação correspondente a este trabalho determina a execução de uma análise crítica do software através do preenchimento de um modelo gerado para levantamento dos requisitos requeridos para o software. Neste tipo de avaliação o especialista avalia o produto de acordo com diferentes critérios que podem estar separados em diversas seções.

1.5. Estrutura

O presente estudo está estruturado em seis capítulos. No capítulo 1 é feita uma introdução ao tema através da qual é mostrada a necessidade e importância do software nos dias atuais, a sua proliferação no mercado e a necessidade de concebê-lo como produto na busca por melhor qualidade. É apresentada uma abordagem sobre os ambientes virtuais de aprendizagem, tema deste estudo, cuja proposta é montar uma metodologia para avaliação de produtos de software voltados para a construção destes ambientes. Traz ainda a metodologia utilizada, a estrutura e limitações do trabalho a ser apresentado.

Os capítulos 2 e 3 dizem respeito à fundamentação teórica enfocada neste estudo. O capítulo 2 faz uma revisão teórica abrangente, partindo da necessidade de conceber o software como produto visando a qualidade, e utilizando para este fim a apresentação de disciplinas, técnicas, métodos, padrões, normas e procedimentos. No capítulo 3 é realizado um estudo e análise dos conceitos e características dos

ambientes virtuais de aprendizagem e dos requisitos de software necessários para a concepção destes ambientes.

No capítulo 4 é sugerida, construída e desenhada uma metodologia de avaliação e análise de software para os ambientes virtuais de aprendizagem baseada nas variáveis identificadas durante o estudo.

No capítulo 5, busca-se verificar na prática a aplicabilidade da metodologia proposta por meio da avaliação de um produto específico relacionado a ambientes virtuais de aprendizagem.

Finalizando, o capítulo 6 apresenta as conclusões da pesquisa e sugestões para futuros trabalhos, algumas recomendações e perspectivas fundamentadas nos resultados encontrados.

1.6. Limitações

Para Silva (1998), "o caminho para o uso das novas tecnologias educacionais está em franca expansão e os desafios tecnológicos e pedagógicos da informática educativa especialmente para a educação a distância são muitos e complexos."

Este trabalho está direcionado para o desenvolvimento de uma metodologia de avaliação de produtos de software voltados para ambientes virtuais de aprendizagem no âmbito do ensino a distância. Na concepção deste estudo foram encontradas dificuldades em limitar as fronteiras destes produtos uma vez que não existe uma referência precisa em relação aos recursos e funcionalidades destes ambientes e até mesmo à nomenclatura dos mesmos. Em relação à nomenclatura, estes produtos muitas vezes são identificados como ambientes virtuais de aprendizagem, ambientes colaborativos de aprendizagem, ambiente de suporte para ensino-aprendizagem a distância, sistemas de autoria e suporte hipermídia para ensino etc..

No entanto, a proposta deste trabalho não se prende a estas definições e leva em consideração, de forma abrangente, os requisitos que permeiam a construção de um produto de software voltados para a geração de ambientes virtuais de aprendizagem, independente de seu objetivo específico.

Um outro aspecto a ser observado neste contexto é que o levantamento dos requisitos para a composição destes ambientes pressupõe um conjunto de conhecimentos multidisciplinares voltados para as diversas áreas como a pedagogia, tecnologia educacional, informática, engenharia de software, ergonomia

etc. A integração destas diversas abordagens para a concepção de um modelo de avaliação é uma tarefa complexa conforme salienta Silva, (1998), "conhecer ou determinar a qualidade e a eficácia de um software educacional, não constitui-se em tarefa facilmente mensurável por dados quantitativos, devido aos diversos domínios do comportamento humano, envolvidos na interação".

Para garantir este propósito foi levantada toda uma base teórica baseada na concepção dos ambientes virtuais de aprendizagem representados por um produto de software. Esta análise está voltada para a melhoria da qualidade que neste contexto está associada ao grau de conformidade de requisitos requeridos para a construção dos produtos em questão, requisitos estes que passam pelas dimensões pedagógicas, tecnológicas, funcionais e ergonômicas.

Como suporte para a melhoria da qualidade foram citados também diversos métodos, padrões e técnicas de concepção, análise e construção de produtos de software não existindo no entanto a pretensão de se proceder a uma análise destas variáveis, uma vez que não se constituem objeto deste estudo.

Um outro fator limitante associado à verificação da metodologia refere-se a disponibilidade da plataforma tecnológica onde deverá ser realizada a medição dos requisitos do produto a ser testado. Esta plataforma exige recursos computacionais diversos e configuração específica que devem estar à disposição do encarregado pela verificação no momento em que ela for acontecer. Caso o ambiente onde o software for instalado apresentar uma estrutura inadequada podem ocorrer conclusões incorretas assim como inconsistências em relação a avaliação dos recursos oferecidos pelo produto dificultando desta forma o processo de avaliação. O produto deverá ser avaliado ainda, em relação a um ambiente operacional específico o que provavelmente vai restringir sua capacidade a este contexto operacional.

Além das limitações apresentadas, outros fatores que por acaso possam delimitar este trabalho, serão apresentados no decorrer da evolução dos capítulos.

CAPÍTULO 2 - O PRODUTO DE SOFTWARE

2.1. Introdução

Para a obtenção de maiores vantagens competitivas as organizações têm procurado aprimorar a qualidade de seus produtos e serviços. As tecnologias de informação constituem estratégia fundamental na obtenção deste propósito o que determina que a sua implementação deva ser cuidadosamente planejada e estruturada de modo a garantir o alinhamento com os objetivos organizacionais. O software é considerado um componente essencial dentro deste cenário. Atualmente a sua produção tem se intensificado, mas sua qualidade muitas vezes não tem sido garantida. Este capítulo se propõe a apresentar uma revisão da literatura sobre a adoção de produtos de software, dando ênfase ao seu papel na atual conjuntura e à sua qualificação através dos processos de construção, mensuração e avaliação.

2.2. O contexto do atual processo produtivo

As mudanças que ocorrem no mundo atual, guiadas principalmente pela globalização dos mercados e sustentadas pelas tecnologias de informação e comunicação, têm gerado um novo panorama econômico

Motta (1995), observa:

Como conseqüência dessa transformação está nascendo uma nova economia da era da informação, cujas fontes de riqueza são o conhecimento e o poder da comunicação, diferentemente, por exemplo, da importância que era dada aos recursos naturais e ao trabalho físico.

Nesta nova sociedade global que se caracteriza pela concorrência cada vez mais acirrada, as organizações tem buscado diversas estratégias para conseguirem sucesso, destacando-se dentre elas a capacidade de oferecer produtos e serviços que apresentem maior qualificação. De acordo com Silva, I. (2001),

Enquanto vivíamos num cenário de mercado fechado, as empresas não se preocupavam em investir na melhoria contínua, mas, com a abertura da economia, ocorreu a entrada de novas empresas, elevando assim, o nível de competitividade e fazendo com que as empresas investissem cada vez mais na melhoria de seus produtos e serviços. Na competitividade empresarial, as empresas competitivas devem produzir produtos superiores aos da concorrência, tanto quanto ao preço, como na qualidade.

Uma das formas usadas na busca por maior qualificação de produtos e serviços tem sido as mudanças nos processos de produção como observa Villas Boas (2002),

As mudanças que estão ocorrendo em larga escala no ambiente de negócios global têm obrigado as empresas no mundo todo a modificar radicalmente estruturas organizacionais e processos produtivos, saindo da visão tradicional baseada em áreas funcionais em direção a redes de processos centrados no cliente. A competição, neste novo ambiente de negócios, se estabelece entre redes globais de produção, distribuição e manutenção. A competitividade depende cada vez mais, do estabelecimento de conexões nestas redes globais, criando elos essenciais nas cadeias produtivas. Mais do que nunca, competitividade significa qualidade de produtos e processos de produção.

Neste novo processo produtivo as organizações têm se preocupado não só com a qualidade final do produto ou serviço gerado, mas também com o desenvolvimento do processo produtivo em toda sua abrangência. Oliveira Júnior (2002), ressalta:

A concorrência de mercado, juntamente com a busca pela qualidade, tiveram uma grande influência na mentalidade de produção das empresas. A engenharia de produção concentrava grande parte da atenção no produto final. Esta mentalidade vem mudando através do tempo, fazendo com que as empresas acompanhem essa transição. O maior enfoque passa a ser a atividade de “como fazer”, denominada processo. Essa mudança de enfoque de produção teve como consequência a reengenharia, que se preocupa com a otimização e o refinamento dos processos de produção, e que também busca a almejada qualidade.

Segundo Villas Boas (2002),

É antiga a preocupação da indústria com a qualidade dos seus produtos. Durante muito tempo, a qualidade era realizada na ponta final do processo produtivo, ou seja, com caráter de controle de qualidade através de uma inspeção para se decidir se o produto estava ou não apto para ser colocado no mercado. Com o tempo essa prática, embora eficaz, tornou-se bastante ineficiente, com um custo bastante elevado de retrabalho. Foi exatamente nesse instante que se começou a explorar a possibilidade de modificações e cuidados durante o processo de fabricação e não só mais ao final do processo. Estava assim começando o trabalho de garantir qualidade ao longo do processo em contrapartida ao controle de qualidade no fim do ciclo de produção.

Villas Boas (2002) observa também:

A prática mostra que concentrar atenção somente no processo de desenvolvimento pode levar a produtos que, apesar de corretos e realizados

nos prazos e custos previamente contratados, não atendem aos anseios do usuário final. É justamente nesse ponto que o controle de qualidade ao final do ciclo tem um papel fundamental, como última inspeção, complementando todo esforço despendido no cuidado do processo de produção do software.

Assim, conclui-se que no processo produtivo contemporâneo os esforços na busca da qualidade devem acontecer durante todo o desenvolvimento do processo produtivo e também, na fase final da produção, através da avaliação do produto acabado, quando será possível verificar o cumprimento dos requisitos almejados pelo cliente.

2.3. A natureza dos produtos de software

A existência de necessidades e desejos humanos leva-nos ao conceito de produto, que pode ser considerado "como tudo aquilo capaz de satisfazer a um desejo", ou ainda "um instrumento para resolver um problema". Para o autor, é importante não limitar o conceito de produtos somente a objetos físicos uma vez que o valor de um produto é o serviço que ele presta ou a sua capacidade de satisfazer uma necessidade. Um produto é oferecido a um mercado para aquisição ou consumo, e pode ser representado por objetos físicos, serviços personalizados, lugares, organizações e idéias (KOTLER, 1986).

Um produto sempre faz parte de um setor de concorrência através do qual o comprador faz sua escolha dependendo de muitas considerações. Um produto pode ser diferenciado principalmente pelos seus atributos desde que eles sejam significativos ou melhor, apresentem um valor para seus compradores. O valor de um produto é proveniente de suas características (KOTLER, 1978).

No caso do software estas características são classificadas como funcionais (internas) quando indicam o comportamento que um sistema deve apresentar diante de certas ações de seus usuários. Representam as condições e objetivos propostos por aqueles que produzem o software sendo portanto fatores relativos à qualidade do processo de desenvolvimento do produto e são tratados pelas pessoas que trabalharam no seu desenvolvimento. As características não funcionais, quantificam determinados aspectos do comportamento do sistema e representam necessidades subjetivas dos usuários (inclusive operadores, destinatários dos resultados do software e os mantenedores do produto. São também chamadas de qualidade em uso e podem ser percebidas tanto pelos desenvolvedores quanto pelos usuários.

As características de um produto que definem os critérios de aceitação deste produto são reconhecidas como requisitos. Os requisitos são classificados em explícitos quando definidos e descritos em documentos, normativos, quando decorrem de normas, e implícitos, quando correspondem a expectativas dos clientes e usuários. (PAULA FILHO, 2001).

Assim para determinar a qualidade de um produto faz-se necessário verificar o grau de conformidade com os seus requisitos. No sentido de determinar estas características é interessante conceituar o software como produto identificando a sua natureza e o seu papel no cenário vigente.

2.3.1.O software como produto

Através da definição de "produto" apresentada no tópico anterior, conclui-se que a partir do momento em que o software passou a representar um instrumento capaz de resolver um problema, prestar um serviço e ainda ser oferecido a um mercado para aquisição e consumo ele assumiu características de produto.

A NBR 13596 define software como "programas, procedimentos, regras e quaisquer documentação associada pertinente à operação de um sistema computacional". Esta mesma norma define ainda como produto de software, "a entidade de software disponível para liberação a um usuário".

O software é um tipo de produto utilizado hoje em muitas atividades humanas, e sua importância no atual cenário é fundamental.

Segundo Lucena (1998),

O software é uma tecnologia essencial para todas as áreas do conhecimento. Empresas privadas, governos e outros setores da tecnologia requerem software complexo para sua operação. A indústria mundial de computação é, talvez, o negócio mais competitivo da história contemporânea, e seu componente de software se tornou a força principal por trás da inovação, tanto em software propriamente dito quanto em hardware.

Lucena (1998), observa ainda:

Apesar da sua importância, a tecnologia de software não está tão estabelecida quanto as outras disciplinas da área de computação e representa um risco industrial considerável. Na verdade, esta tecnologia, que é essencial, está até mais atrasada do que as demais tecnologias da área de computação. Há um entendimento precário sobre seu processo de desenvolvimento e faltam ferramentas para reduzir os custos de desenvolvimento, os quais, paralelamente, estão crescendo. Neste meio

tempo, as aplicações de software estão se ampliando, tornando-se mais complexas e a demanda por software está crescendo em um ritmo que excede em muito a oferta.

A partir destas considerações é possível deduzir que os problemas relacionados à produção de software são decorrentes de variáveis diversas, e que muitas delas estão associadas a falta de racionalização do processo de desenvolvimento, do uso inadequado de metodologias e técnicas relacionadas à tarefa de construção do software, além da falta de preparo dos fabricantes de software para acompanharem o crescimento da demanda, o que pode impedir o cumprimento de prazos, aumentando os custos, reduzindo cada vez mais a performance e a qualidade dos produtos referentes aos sistemas de informática. (REZENDE, 1999; PAULA FILHO, 2001).

2.3.2. A evolução do produto de software

Para melhor entender os problemas relacionados à construção e qualidade de software é importante conhecer e acompanhar a evolução destes produtos ao longo de sua existência, conforme cenário descrito a seguir.

Os primeiros sistemas de informática foram projetados sob medida para cada aplicação, realizados sem a observação de métodos sistemáticos e muitas vezes sem administração o que ocasionava quase sempre atrasos e aumento de custos. O software tinha caráter personalizado e sua construção era um processo sem documentação. Numa segunda etapa evolutiva, que se estendeu de 1960 até 1970 os sistemas de informática passaram a ser operados em um ambiente onde foram introduzidos novos conceitos de interação como a multiprogramação e os sistemas multiusuários. As técnicas interativas proporcionaram maior sofisticação aos sistemas. Esta década foi caracterizada pelo uso do produto de software que passou a ser desenvolvido para ampla distribuição num mercado interdisciplinar provocando uma grande expansão na quantidade de software produzido. Grande parte destes sistemas apresentavam falhas ou exigiam adaptações o que provocava a necessidade de manutenção de software, atividade que começou a provocar alto índice de absorção de recursos dificultada pelo caráter personalizado dos produtos. (PRESSMAN, 1995).

Neste contexto começou a delinear-se uma "crise" no âmbito da construção e utilização de software.

O processo de desenvolvimento de software entrou em crise a partir do final da década de 60 e os principais problemas encontrados foram as dificuldades em se definir o tempo gasto e esforços necessários para desenvolver um sistema; a baixa qualidade dos programas desenvolvidos, falhas na especificação de requisitos; os altos custos de manutenção corretiva e evolutiva, e os esforços duplicados ocorridos devido a não utilização de códigos de projetos anteriores. (COLEMAN, 1994).

A partir da década de 70 uma nova era em relação aos sistemas de informática passou a ser detectada. Esta etapa, que persiste até hoje, é caracterizada pela presença dos sistemas distribuídos onde os computadores executam tarefas concorrentes e se comunicam entre si, pelo uso dos microprocessadores, pela proliferação dos computadores pessoais e de poderosas estações de trabalho. Todas estas variáveis contribuíram para aumentar a complexidade dos sistemas agravando a crise já instalada a partir do final da década de 60. Com a evolução tecnológica atual uma nova etapa referente à produção de software tem começado a despontar. Novas técnicas vêm ocupando o lugar das abordagens mais convencionais assim como estão evoluindo os sistemas especialistas e de inteligência artificial (PRESSMAN, 1995).

2.4. Qualidade em produtos de software

Como o aumento da oferta de produtos de software no mercado acirrou-se a competitividade no âmbito dos negócios. O cliente cada vez mais consciente e exigente provocou uma mudança de postura na ponta do consumo passando a exigir produtos com mais qualidade. No setor de software, a NBR 13596 define qualidade como “a totalidade de características de um produto de software que lhe confere a capacidade de satisfazer necessidades explícitas e implícitas”.

As necessidades explícitas são as condições e objetivos propostos por aqueles que produzem o software, são portanto fatores relativos a qualidade do processo de desenvolvimento do produto e são percebidos pelas pessoas que trabalharam no seu desenvolvimento. As necessidades implícitas são necessidades subjetivas dos usuários. São também chamadas de fatores externos ou de qualidade em uso e podem ser percebidas tanto pelos desenvolvedores quanto pelos usuários. Devem permitir a usuários atingir metas com efetividade, produtividade, segurança e satisfação em um contexto de uso especificado (GOMES, 2002).

2.4.1. Garantindo a qualidade de produtos de software

Para se garantir a qualidade de software é preciso preencher todos os requisitos a ele associado. Os requisitos, que se constituem nas características representadas pelas necessidades implícitas e explícitas, são a base a partir da qual a qualidade é medida. A falta de conformidade aos requisitos significa falta de qualidade. Segundo este autor, para se ter qualidade em software é preciso ainda aplicar qualidade durante todo o trabalho antes do uso do software (PAULA FILHO, 2001).

O Anexo B da NBR 13596 referente ao histórico da ISO/IEC 9126, identifica que:

Existem essencialmente duas soluções que podem ser adotadas para assegurar a qualidade de um produto: uma delas é a garantia do processo pelo qual o produto é desenvolvido e a outra é a avaliação da qualidade do produto final. Os dois caminhos são importantes e ambos requerem a presença de um sistema para gestão da qualidade.

Para permitir o acompanhamento destas duas premissas muitas soluções têm sido propostas conforme destaca Villas Boas (2002),

O setor de software, a exemplo dos setores tradicionais da indústria de transformação, passou a tratar das mesmas preocupações e problemas relativos à qualidade. Obviamente, neste caso, com suas peculiaridades devidas ao caráter intangível do software, diversos modelos e normas apareceram como resultado de esforços em se produzir software de maneira eficiente e eficaz, isto é, dentro do prazo, do orçamento, dos recursos e livre de erros.

É importante salientar que o estudo da qualidade relacionada ao processo de desenvolvimento de software não faz parte da proposta deste estudo, no entanto este tema é referenciado por ser de fundamental importância na obtenção da qualidade final do produto de software, como demonstrado anteriormente.

2.4.2. O uso de normas na qualificação de software

De acordo com Koscianski (1999), “normalização é o processo de aplicar regras estabelecidas e executar uma atividade de maneira ordenada.” Para o autor, o uso de normas no desenvolvimento e avaliação de software possibilita obter benefícios quantitativos como redução de custo, tempo e erros qualitativos. Dos organismos internacionais que trabalham com a normalização do setor de software os mais influentes são a *International Organization for Standardization – ISO*¹ e a

¹ Organização não-governamental, estabelecida em 1947, coordena o trabalho de órgãos de 127 países membros para promover a padronização de normas técnicas em âmbito mundial.

International Electrotechnical Commission – IEC.² Estes dois organismos normalizadores se uniram para editar normas internacionais conjuntas. No Brasil, a organização nacional de normas é a ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Na ABNT, as normas relacionadas com software estão subordinadas ao Comitê CB 21 – Computadores e Processamento de Dados.

Genericamente os padrões para a garantia e o gerenciamento da qualidade de produtos e serviços foram tratadas pela ISO através de um conjunto de normas denominado ISO 9000.

Para Rezende (1999),

As normas da série ISO 9000 se destinam a empresas que buscam o reconhecimento internacional da qualidade de seus processos e produtos e a clientes que buscam selecionar melhores fornecedores. A primeira versão das normas internacionais ISO 9001, 9002 e 9003 para a garantia da qualidade foi lançada em 1987.

2.5. Qualidade no processo de construção de software

O processo de construção de software para resolver um determinado problema tem como objetivo gerar um sistema que atenda uma determinada especificação funcional, que se ajuste às limitações do meio, que satisfaça critérios de projetos e restrições do processo, como tamanho, custo, ou ferramentas disponíveis para fazer o projeto e que reúna requisições em desempenho e uso de recursos. (MOSTOV, 1995).

Segundo Paula Filho (2001),

Como todo produto, o software apresenta um ciclo de vida:

- é concebido a partir da percepção de uma necessidade
- é desenvolvido transformando-se em um conjunto de itens entregue a um cliente
- entra em operação sendo usado dentro de algum processo de negócio e sujeito a atividades de manutenção
- é retirado de operação ao final de sua vida útil.

O desenvolvimento de um software é feito dentro de um projeto. Um projeto representa a execução de um processo que pode ser entendido como as maneiras pelas quais se realiza uma operação segundo determinadas normas. (PAULA FILHO, 2001).

² Organização fundada em 1906, conta com a participação de mais de 50 países e publica normas internacionais referentes a eletricidade, eletrônica e áreas relacionadas com importância internacionalmente reconhecida no setor de software

O processo de desenvolvimento de software para sistemas complexos é demorado e composto de muitas atividades e estágios. (WEBSTER, 1995).

2.5.1.Utilização de métodos e técnicas na construção de software

No sentido de auxiliar a construção de produtos de software, propostas e disciplinas estão sendo implementadas através do uso de uma série de princípios metodológicos e técnicos que visam principalmente apoiar a representação de processos, e através das quais é possível ainda atingir e aumentar a produtividade e o desempenho dos produtos de software. Para auxiliar o processo de construção de software, métodos diversos têm sido propostos, pois os métodos disciplinam o desenvolvimento de sistemas complexos e têm evoluído em resposta à crescente complexidade de software (BOOCH, 1991).

A Engenharia de Software – ES, conceituada como uma disciplina tecnológica cuja preocupação é a produção e manutenção sistemática de produtos de software desenvolvidos e modificados dentro de prazos e custos estimados, apresenta-se atualmente como uma resposta à necessidade de aumento na produtividade do desenvolvimento de software (FARLEY,1985).

O papel da ES é promover principalmente melhorias na qualidade de produtos de software, baseando-se na ação sistemática e não na improvisação, através do uso de normas, padrões, procedimentos, metodologias, controles e avaliações. (PAULA FILHO, 2001).

Pressman (1995) salienta que a Engenharia de Software abrange um conjunto de três elementos fundamentais:

- métodos - "como fazer" para se construir o software;
- ferramentas - apoio automatizado aos métodos, e
- procedimentos - que representam a ligação que mantém juntos os métodos e as suas ferramentas definindo as seqüências em que os métodos serão aplicados.

Os métodos da ES muitas vezes introduzem uma notação gráfica ou orientada à linguagem especial e introduzem um conjunto de critérios para a qualidade do software.

A importância dada ao processo de construção de software, no sentido de garantir a qualidade final do produto propiciou também a geração de modelos capazes de gerir esta atividade. Estes modelos buscam definir a maturidade das organizações em relação à utilização de métodos e padrões e atualmente os mais

citados , dentre outros, são o CMM - *Capability Maturity Model* e o Spice - *Software Process Improvement & Capability Determination* (VILLAS-BOAS, 2002).

Partindo-se destas considerações percebe-se que a construção de um produto de software deve ser norteada segundo metodologias que permitam uma adequada organização do processo de desenvolvimento, através do qual seja possível extrair um produto final de maior qualidade, ou seja, um software que suporte as características requeridas.

2.5.2. Normas referentes a processos de software

As normas relacionadas especificamente a qualidade em processos de software são as normas ISO/IEC 9000-3, e a ISO/IEC 12207.

- **Norma ISO/IEC 9000-3**

Segundo a ISO 9000-3 os requisitos para um sistema de qualidade genérico relacionados a situações contratuais entre duas partes já estão disponíveis na NBR ISO 9001. No entanto o processo de desenvolvimento e manutenção de software é diferente da maioria dos demais tipos de produtos industriais o que determinou a necessidade de se prover neste campo da tecnologia de desenvolvimento orientações adicionais para o estabelecimento de sistemas de qualidade.

A norma ISO 9000-3, publicada em 1991 e revisada em 1997, estabeleceu diretrizes para a aplicação da ISO 9001 ao desenvolvimento, fornecimento e manutenção de software.

A ISO/IEC 9000-3 tem definido como seu objetivo:

Definir diretrizes para facilitar a aplicação da NBR 9001 a organizações que desenvolvem, fornecem e mantêm software. Estas diretrizes destinam-se a descrever os controles e métodos sugeridos para a produção de software que atendam aos requisitos do comprador evitando-se não conformidades em todos os estágios , desde o desenvolvimento até a manutenção.

- **Norma ISO/IEC 12207 - Processos de ciclo de vida de software**

Esta norma estabelece uma estrutura comum para os ciclos de vida de software contendo processos, atividades e tarefas que podem ser aplicadas durante a aquisição de um sistema que contém software, de um produto de software independente ou de um serviço de software, e ainda durante o fornecimento, desenvolvimento, operação e manutenção de produtos de software.

2.6. Qualidade do produto final de software

A qualidade de um produto de software pode ser medida pelo cumprimento dos requisitos a ele associados. Para se proceder à verificação destes requisitos pode-se utilizar práticas relacionadas à avaliação e mensuração do produto, no sentido de se garantir o fiel cumprimento das características requeridas.

2.6.1. Avaliação de software

Para Chaves (2002a), "avaliar um software é atribuir um certo valor a ele, com base em determinados critérios".

Koscianski (1999), faz a seguinte observação:

A avaliação de produto de software tem sido uma das formas empregadas por organizações que produzem ou adquirem software para obtenção de maior qualidade nestes produtos, sejam eles produtos completos ou partes a serem integradas num sistema computacional mais amplo. Para que a avaliação seja mais efetiva é importante que se utilize de um modelo de qualidade que permita estabelecer e avaliar requisitos de qualidade e também que o processo de avaliação seja bem definido e estruturado.

A avaliação de software pode ser feita para aprimorar o processo de desenvolvimento e conseqüentemente melhorar a qualidade do produto resultante, o que geralmente é realizado por desenvolvedores de software. Pode ser realizada também para avaliar a qualidade do produto de software visando emitir documento oficial sobre a qualidade do mesmo e sua conformidade em relação a uma norma ou padrão, ou ainda para adquirir um software objetivando escolher o produto mais adequado dentre um conjunto de produtos. Desejando-se selecionar o software de melhor qualidade e mais adequado às suas necessidades, as organizações podem adotar um, ou a combinação, de alguns procedimentos. Um deles é exigir que as empresas apresentem certificado emitido por organismo oficial de certificação (GOMES, 2002).

Outra forma seria avaliar o software utilizando equipe multidisciplinar com especialistas da área de tecnologia e especialistas da área que se utilizará do software ou ainda contratar empresa para efetuar em seu nome a avaliação dos produtos ofertados segundo os requisitos internacionais de qualidade e demais requisitos do contratante (GOMES, 2002).

Um dos maiores problemas encontrados na área de informática quando faz-se a opção pela busca de uma solução de software no mercado é a dificuldade em

avaliar e selecionar produtos de software de forma objetiva. A norma ISO/IEC 14598, apresenta a seguinte definição:

O propósito da avaliação de qualidade de software é apoiar diretamente o desenvolvimento e a aquisição de software que atenda às necessidades do usuário e do cliente. O objetivo final é assegurar que o produto forneça a qualidade requerida - que ele atenda às necessidades explícitas e implícitas dos usuários (incluindo operadores, destinatários dos resultados do software, ou mantenedores de software). Na aquisição de um produto de software a avaliação pode ser utilizada para comparar produtos alternativos e para assegurar que o produto atenda as necessidades explícitas e implícitas do usuário.

Para Fernandes (2001),

A qualidade de um produto de software era algo intangível, sem definições concretas. A norma NBR 13596 permite visualizar mais facilmente esta qualidade e, por consequência, definir uma forma de medir esta qualidade, possibilitando uma avaliação mais objetiva e uniforme. Além disso, é acessível a qualquer pessoa ou empresa, por se tratar de uma norma brasileira e, portanto, disponível a quem se interessar.

Segundo a NBR 13596,

Os modelos de qualidade para avaliação de software geralmente representam a totalidade dos atributos de qualidade de software classificados em uma estrutura de árvore hierárquica de características e subcaracterísticas. O nível mais alto desta estrutura é composto pelas características de qualidade e o nível mais baixo é composto pelos atributos de qualidade do software.

Koscianski (1999) observa:

As definições de características de qualidade nos permitem perceber um possível universo de requisitos que se enquadram no conceito apresentado. O desdobramento em subcaracterísticas serve para delimitar melhor o amplo universo contemplado pela característica introduzindo conceitos mais detalhados que facilitam a especificação de requisitos, ajudando a pensar na característica de qualidade a partir de seus componentes. Cabe ao usuário a partir daí definir o próximo nível de desdobramento gerando os atributos, e identificar aspectos relevantes ao produto de software que se enquadrem nas características e subcaracterísticas citadas.

Ainda segundo Koscianski (1999),

A norma 14598 não é muito clara quanto à forma e o momento adequado de se definir os requisitos esperados para os produtos de software que devem ser avaliados. Para a identificação dos mesmos podem ser aplicadas diversas técnicas cuja efetividade pode ser aumentada a partir da construção de listas de verificação obtidas através do próprio modelo de qualidade da ISO/IEC 9126.

Esta sistemática de mapeamento será utilizada na confecção da metodologia de avaliação proposta neste trabalho.

Koscianski (1999), sugere:

A forma pela qual as características de qualidade têm sido definidas não permite sua medição direta. É necessário estabelecer métricas que se correlacionam às características do produto de software. Todo atributo interno quantificável do software e todo atributo externo quantificável interagindo com seu meio ambiente e que se correlacione com uma característica pode ser definido como uma métrica.

2.6.2. A mensuração de software

Medir é o processo pelo qual os números ou símbolos são associados a atributos do mundo real da mesma forma como os descrevemos de acordo com regras claramente definidas (FENTON, 1995).

Davin (2001), salienta:

As métricas são medidas de desempenho que devem ser realizadas nos diferentes setores de uma empresa. Elas são essenciais para o controle de qualquer sistema. Entender um processo significa conhecer a sua capacidade e as métricas devem ser utilizadas para isso. Determinar quais variáveis medir e como medi-las é uma importante tarefa. As medições e as métricas permitem um melhor entendimento do processo utilizado para desenvolver um produto, assim como uma melhor avaliação do próprio produto.

Um dos principais problemas da Engenharia de Software é a dificuldade de se medir a qualidade de software uma vez que as métricas relacionadas a software derivam de um conjunto de medidas indiretas, não são absolutas e ficam abertas ao debate. No caso particular do software, existem diversas razões para que a realização de medições seja um item de importância mas dois tipos de preocupação podem ser contemplados, se técnicas de medição de software são definidas e

adotadas: a produtividade do processo de desenvolvimento do software com o objetivo de avaliar o próprio processo; e a qualidade do software produzido. (PRESSMAN,1995).

No caso do processo de desenvolvimento, as medições podem permitir melhorias no processo, aumentando a sua produtividade e no caso do produto, as medições podem proporcionar informações a respeito de sua qualidade.

As métricas de qualidade permitem indicar o nível de resposta do software às exigências explícitas e implícitas do cliente através de medições que são de obtenção relativamente simples, desde que estabelecidas as convenções específicas para isto.

De acordo com Koscianski (1999), "a precisão de uma avaliação de qualidade depende em grande parte das métricas escolhidas". Ainda de acordo com o autor:

Para aumentar a confiabilidade dos resultados algumas características devem ser acrescentadas às métricas como a significância onde somente as métricas relevantes seriam destacadas; o custo e a complexidade que indicam que a aplicação da métrica deve ser econômica e tecnicamente viável dentro do processo de avaliação; a validade através da qual é possível demonstrar a corretude e precisão ou a margem de erro dos resultados da medição (características de hardware e software); os avaliadores onde se verifica com que peso e de que forma ocorre a influência humana no processo. A imparcialidade, a objetividade, a repetibilidade e reproducibilidade são outras características que devem ser consideradas na definição de métricas.

As métricas podem ser medidas quantitativamente através de escalas que podem ser divididas em faixas correspondentes aos diversos graus de satisfação dos requisitos. (KOSCIANSKI, 1999).

2.6.3. Normas referentes a produtos de software

As normas relacionadas a produtos de software que tratam especificamente do processo de avaliação e qualidade destes produtos são as normas ISO/IEC 2119, a ISO/IEC 9126 - (NBR 13596) e a norma ISO/IEC 14598.

- **Norma ISO/IEC 12119 - Pacotes de Software - Testes e Requisitos de Qualidade**

A norma ISO/IEC 12119, publicada em 1994, define que cada pacote de software tenha uma descrição do produto e uma documentação do usuário, e estabelece

alguns requisitos de qualidade estabelecendo instruções de teste para pacotes de software.

- **Norma ISO/IEC 9126 (NBR 13596) - Avaliação de produto de software - Características de qualidade e diretrizes para o seu uso**

A norma internacional ISO/IEC 9126, publicada em 1991 e que na versão brasileira editada em 1996 recebeu o número NBR 13596 tem por objetivo apresentar um modelo que permita a avaliação da qualidade de software servindo de referência básica para a avaliação de produtos de software. É subdividida nos seguintes módulos: 9126-1 -Modelo de qualidade; 9126-2 - Métricas externas; 9126-3 - Métricas internas; 9126-4: Métricas da qualidade em uso. A NBR 13596 define as características de qualidade de software que devem estar presentes em todos os produtos, divididas em seis categorias: funcionalidade, confiabilidade, eficiência, usabilidade, manutenibilidade e portabilidade. Estas categorias, por sua vez, são subdivididas em subcaracterísticas. Os quadros apresentados a seguir relacionam as características e subcaracterísticas da NBR 13596 e seus respectivos significados:

Quadro 1 - Características da NBR 13596

| Características | Definição |
|-------------------------|--|
| Funcionalidade | Conjunto de atributos que evidenciam a existência de um conjunto de funções e suas propriedades especificadas. As funções são as que satisfazem às necessidades explícitas ou implícitas. |
| Confiabilidade | Conjunto de atributos que evidenciam a capacidade do software de manter seu nível de desempenho sob condições estabelecidas durante um período de tempo estabelecido. |
| Usabilidade | Conjunto de atributos que evidenciam o esforço necessário para poder-se utilizar o software, bem como o julgamento individual desse uso, por um conjunto explícito ou implícito de usuários. |
| Eficiência | Conjunto de atributos que evidenciam o relacionamento entre o nível de desempenho do software e a quantidade de recursos usados, sob condições estabelecidas. |
| Manutenibilidade | Conjunto de atributos que evidenciam o esforço necessário para fazer modificações especificadas no software. |
| Portabilidade | Conjunto de atributos que evidenciam a capacidade do software de ser transferido de um ambiente para outro. |

Fonte: NBR13596

Quadro 2 - Subcaracterísticas da NBR 13596

| Características | Subcaracterísticas | Definição |
|------------------------|--|--|
| Funcionalidade | Adequação | Atributos do software que evidenciam a presença de um conjunto de funções e sua apropriação para as tarefas especificadas. |
| | Acurácia | Atributos do software que evidenciam a geração de resultados ou efeitos corretos ou conforme acordado. |
| | Interoperabilidade | Atributos do software que evidenciam sua capacidade de interagir com sistemas especificados. |
| | Conformidade | Atributos do software que fazem com que ele esteja de acordo com as normas, convenções ou regulamentações previstas em leis e descrições similares relacionadas à aplicação. |
| | Segurança de acesso | Atributos do software que evidenciam sua capacidade de evitar o acesso não autorizado, acidental ou deliberado, a programas e dados. |
| | Maturidade | Atributos do software que evidenciam a frequência de falhas por defeitos no software. |
| Confiabilidade | Tolerância a falhas | Atributos do software que evidenciam sua capacidade em manter um nível de desempenho especificado nos casos de falhas no software ou de violação nas interfaces especificadas. |
| | Recuperabilidade | Atributos do software que evidenciam sua capacidade de restabelecer seu nível de desempenho e recuperar os dados diretamente afetados em caso de falha, e no tempo e esforço necessários para tal. |
| Usabilidade | Inteligibilidade | Atributos do software que evidenciam o esforço do usuário para reconhecer o conceito lógico e sua aplicabilidade. |
| | Apreensibilidade | Atributos do software que evidenciam o esforço do usuário para aprender sua aplicação (ex: controle de operação, entradas, saídas). |
| | Operacionalidade | Atributos do software que evidenciam o esforço do usuário para sua operação e controle da sua operação. |
| Eficiência | Comportamento em relação ao tempo | Atributos do software que evidenciam seu tempo de resposta, tempo de processamento e velocidade na execução de suas funções. |
| | Comportamento em relação aos recursos | Atributos do software que evidenciam a quantidade de recursos usados e a duração de seu uso na execução de suas funções. |

Quadro 2 - Subcaracterísticas da NBR 13596

Continuação

| Características | Subcaracterísticas | Definição |
|-------------------------|--------------------------------------|--|
| Manutenibilidade | Analisabilidade | Atributos do software que evidenciam o esforço necessário para diagnosticar deficiências ou causas de falhas, ou para identificar partes a serem modificadas. |
| | Modificabilidade | Atributos do software que evidenciam o esforço necessário para modificá-lo, remover seus defeitos ou adaptá-lo a mudanças ambientais |
| | Estabilidade | Atributos do software que evidenciam o risco de efeitos inesperados ocasionados por modificações. |
| | Testabilidade | Atributos do software que evidenciam o esforço necessário para validar o software modificado. |
| Portabilidade | Adaptabilidade | Atributos do software que evidenciam sua capacidade de ser adaptado a ambientes diferentes especificados, sem a necessidade de aplicações e outras ações ou meios além daqueles fornecidos para essa finalidade pelo software considerado. |
| | Capacidade para ser instalado | Atributos do software que evidenciam o esforço necessário para sua instalação em um ambiente especificado. |
| | Conformidade | Atributos do software que o tornam consonante com padrões ou convenções relacionadas à portabilidade. |
| | Capacidade para substituir | Atributos do software que evidenciam sua capacidade e esforço necessário para substituir um outro software, no ambiente estabelecido para o outro software. |

Fonte: NBR13596

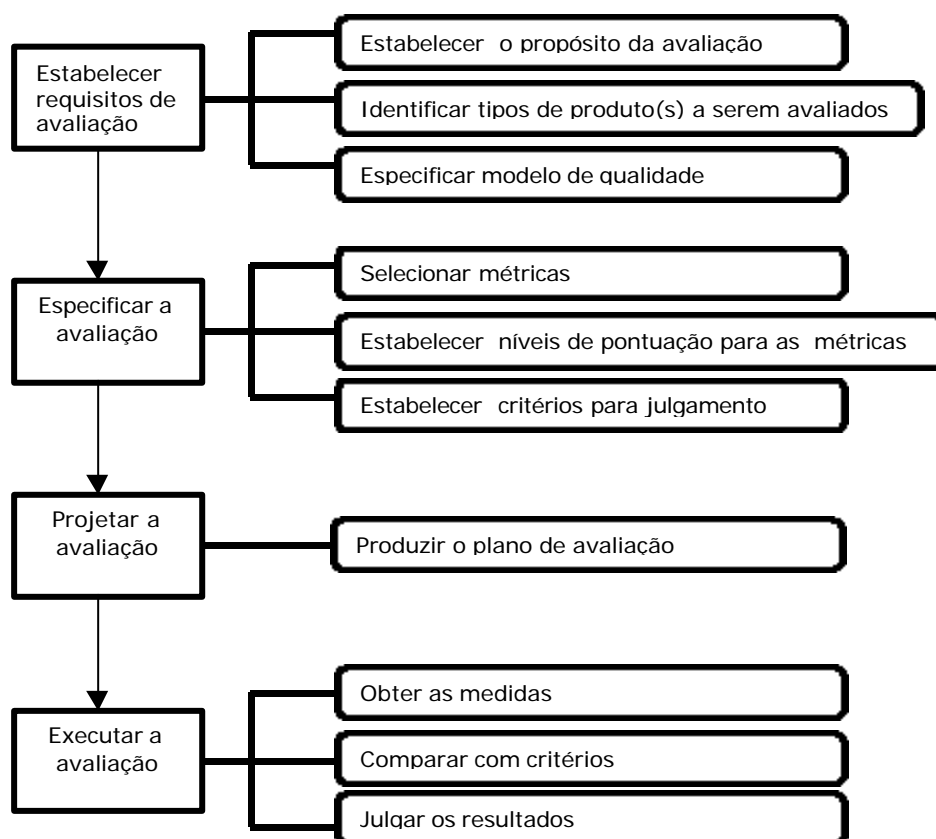
- **Norma ISO/IEC 14598 - Software Product Evaluation**

A ISO/IEC 14598 apresenta um guia para a avaliação da qualidade de software como produto, descrevendo em detalhes, os principais passos de um processo de avaliação. Está dividida nos módulos 14598-1 - visão geral; 14598-2 - planejamento e gestão; 14598-3 - processo para desenvolvedores; 14598-4 - processo para adquirintes; 14598-5 - processo para avaliadores; e 14598-6 - documentação de módulos de avaliação. Segundo O processo de avaliação proposto na NBR 14598 busca promover as seguintes características:

- ◆ repetibilidade que determina a produção de resultados idênticos para avaliações do mesmo produto, com a mesma especificação de avaliação e o mesmo avaliador;
- ◆ reprodutibilidade que determina a produção de resultados idênticos para avaliações do mesmo produto, com a mesma especificação de avaliação e avaliadores diferentes;
- ◆ imparcialidade que indica que a avaliação não deve ser tendenciosa;
- ◆ objetividade que requer que a avaliação deva ser baseada em fatos, desprovida de opiniões pessoais (KOSCIANSKI, 2001).

As etapas que definem um processo de avaliação de software definidas pela ISO/IEC 14598 podem ser representadas conforme apresentado na figura 1 a seguir:

Figura 1 – Processo de Avaliação



Fonte: KOSCIANNNSKI et al, 2001..

2.7. Considerações gerais

O produto de software na sociedade moderna tem apresentado um valor imprescindível. Assim o controle da qualidade destes produtos tem se tornado uma tarefa fundamental. Este controle pode ser exercido através da garantia de qualidade do processo de desenvolvimento do software e da validação da qualidade final do produto. Para a execução destes controles muitas técnicas, ferramentas disciplinas e recursos tem sido disponibilizados no sentido de produzir um software de qualidade, confiável.

A Engenharia de Software representa um destes recursos se constituindo em uma disciplina cujo principal objetivo é promover melhorias na qualidade de produtos de software através da sistematização de processos e do uso de normas, padrões procedimentos e técnicas.

Em relação à utilização de métodos e padrões na construção de produtos de software são identificados modelos como o CMM e o SPICE que auxiliam na identificação da maturidade das empresas em relação a este contexto (VILLAS-BOAS, 2002).

A aplicação de regras estabelecidas na execução de atividades de maneira ordenada e a utilização de normas no desenvolvimento e avaliação de software possibilita obtenção de benefícios como redução de custo, tempo e erros qualitativos (PAULA FILHO, 2001).

As normas ISO/IEC 14598 e NBR 13596 são normas direcionadas especificamente para a avaliação de produtos de software .

Partindo destas considerações pode-se deduzir que a construção e avaliação de um produto de software deve obedecer a métodos que possibilitem uma adequada organização do processo disciplinando-o, tornando possível assim extrair um produto final de maior qualidade, ou seja, um software em perfeito acordo com seus requisitos.

CAPÍTULO 3 - AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM

3.1. Introdução

O advento das atuais tecnologias de informação e comunicação, trouxeram novas possibilidades para a educação. A educação a distância, a Internet, dentre outras tecnologias, têm proporcionado facilidades inéditas na disseminação do conhecimento.

Na aplicação das tecnologias na educação o software tem se apresentado como um item essencial. No entanto, também neste contexto a proliferação de produtos é intensa mas a qualidade deixa muitas vezes a desejar.

Silva, C. (2001), salienta:

Tem-se observado, de forma cada vez mais intensa, o lançamento no mercado de software que, segundo seus fabricantes, poderiam auxiliar o trabalho de professores e facilitar a aprendizagem dos alunos. No entanto, grande parte destes programas é de baixa qualidade, o que os torna sem utilidade para uso em ambientes de ensino-aprendizagem. Desta forma, é fundamental que se faça a avaliação sistemática da qualidade e dos efeitos de tais software.

No contexto educacional, um tipo de produto que tem sido muito explorado e discutido atualmente são os softwares voltados para a geração de ambientes virtuais de aprendizagem.

A proposta deste capítulo é tratar este tipo de software através da definição de um processo de avaliação com vistas à qualidade do produto final. Esta proposta será discutida através da apresentação da educação no contexto atual, das tecnologias utilizadas na educação, dos conceitos associados ao software educacional, da apresentação dos ambientes virtuais de aprendizagem e dos requisitos necessários para a construção de produtos de software geradores destes ambientes.

3.2. O contexto educacional contemporâneo

A atual evolução tecnológica interferiu nas diversas atividades humanas e a educação foi um dos segmentos que mais sofreram impactos transformando-se em elemento primordial no panorama vigente conforme demonstra Takahashi, (2000) :

A educação no atual cenário apresenta-se como elemento-chave na construção de uma sociedade baseada na informação, no conhecimento e no aprendizado. Parte considerável do desnível entre indivíduos,

organizações, regiões e países deve-se à desigualdade de oportunidades relativas ao desenvolvimento da capacidade de aprender e concretizar inovações.

Para atender a este contexto a educação tem procurado novas formas de atuação modificando seu papel e propondo alternativas inovadoras para a disseminação do conhecimento. No cumprimento deste propósito tem encontrando na tecnologia um forte aliado como salienta Maçada (1998) quando afirma:

É inquestionável que atualmente presencia-se um importante momento histórico, revolucionado pelos grandes avanços dos meios de comunicação e da informática. Ambos, unidos, potencializam ainda mais os seus impactos sobre diversos aspectos da atividade humana, dentre elas os relacionados à educação.

As tecnologias modernas têm despontado nos últimos anos como importantes ferramentas de difusão do conhecimento e de democratização da informação. A sociedade é regida pela informação uma vez que a telemática (neologismo que resulta da conotação das palavras Telecomunicações e Informática, representando respectivamente a utilização combinada dos meios de comunicação à distância com os meios eletrônicos e processamento da informação) possibilita o acesso permanente e atualizado às fontes de informação dispersas geograficamente (MAÇADA,1998).

Santarosa, (1998) sobre este panorama observa o seguinte:

Abre-se uma perspectiva ímpar no contexto do mundo atual, provocando uma reorganização da sociedade, com conseqüentes repercussões no contexto educacional, principalmente no que se refere à utilização de computadores no processo de aprendizagem de cunho mais individualizado, passando a assumir um contexto de maior interação/troca/cooperação com o outro no ambiente de redes telemáticas.

Toda esta alteração de valores que transformou o processo educacional, acabou provocando mudanças na forma através da qual os indivíduos procuram se inserir neste novo contexto, e também, nas técnicas de disseminação da aprendizagem.

Maçada (1998) observa:

Entre os impactos mais importantes pode-se destacar: a forma de comunicação entre as pessoas; o surgimento do pensar inferencial indo além do indutivo e dedutivo; a diversificação na representação do pensamento através dos meio multimedias aliados à telemática; uma nova concepção de espaço e tempo no sentido de derrubar fronteiras de comunicação.

Na tentativa de melhor compreender esses novos rumos é interessante conhecer alguns aspectos da educação antes e depois da Sociedade da Informação conforme as características demonstradas através do Quadro 3 apresentado a seguir:

Quadro 3 - Paradigma Antigo x Paradigma Novo

| | Paradigma antigo (Era Industrial) | Paradigma novo (Era Digital/da Informação) |
|---|---|--|
| Conhecimento | Transmissão do professor para o aluno | Construção coletiva pelos estudantes e professor |
| Estudantes | Passivos, "caixas vazias a serem" preenchidas pelo conhecimento do professor. Recebem ordens | Ativos, construtores, descobridores transformadores do conhecimento. Tomam decisões. |
| Objetivo do professor | Classificar e selecionar os alunos | Desenvolver os talentos dos alunos |
| Relações | Impessoal entre estudantes e entre professor e estudante | Pessoal entre os estudante e entre professor e estudantes |
| Contexto | Aprendizagem competitiva, individualista. Informação limitada | Aprendizagem cooperativa e equipes cooperativas de professores, infinidade de informação |
| Concepção de educador (pressupostos) | Qualquer um pode ensinar | Ensinar é complexo e requer considerável informação. |

Fonte: Maçada e Tijiboy, 1998.

Avaliando estas características é possível perceber que antes do advento da Sociedade da Informação o conhecimento era adquirido através de uma educação formal, regulada por uma formação básica na qual as informações transmitidas muitas vezes deveriam ficar de posse de seus detentores, muitas vezes sem opções de compartilhamento. Atualmente, novos tipos de conhecimentos estão sendo exigidos do homem moderno. Algumas habilidades como a criatividade, a colaboração, o desenvolvimento do senso crítico, a capacidade de trabalhar em equipes e executar o trabalho através de modelos matriciais contrários a ambientes hierárquicos representam requisitos que no cenário atual tornaram-se fundamentais na formação dos indivíduos.

Pode-se concluir que para atender a esta demanda, a educação, qualquer que seja sua modalidade, tem que se tornar menos formal e mais flexível procurando, cada vez mais não transmitir apenas conhecimentos, mas gerar conhecimentos através de procedimentos reflexivos aliados às práticas que regem o novo contexto mundial.

Takahashi (2000) observa:

Por outro lado, educar em uma sociedade da informação significa muito mais que treinar as pessoas para o uso das tecnologias de informação e comunicação: trata-se de investir na criação de competências suficientemente amplas que lhes permitam ter uma atuação efetiva na produção de bens e serviços, tomar decisões fundamentadas no conhecimento, operar com fluência os novos meios e ferramentas em seu trabalho, bem como aplicar criativamente as novas mídias, seja em usos simples e rotineiros, seja em aplicações mais sofisticadas. Trata-se também de formar os indivíduos para "aprender a aprender", de modo a serem capazes de lidar positivamente com a contínua e acelerada transformação da base tecnológica.

Maçada (1998) reforça esta proposta concluindo:

É frente a esta nova realidade em radical transformação que a educação deve refletir sobre seu papel e propor novos rumos, de forma a vir ao encontro não só das exigências do mercado de trabalho onde os alunos serão inseridos mas também, e principalmente, de como promover o desenvolvimento de cidadãos críticos, autônomos, criativos, que solucionem problemas em contextos imprevistos, que questionem e transformem sua própria sociedade, em suma, sujeitos de seu próprio ambiente.

3.3. A tecnologia na educação

Para Chaves (1999b) a tecnologia pode ser concebida de maneira ampla, "como qualquer artefato, método ou técnica criado pelo homem para tornar seu trabalho mais leve, sua locomoção e sua comunicação mais fáceis, ou simplesmente sua vida mais agradável e divertida."

A história tem demonstrado que as tecnologias influenciaram as mudanças relacionadas às atividades do ser humano tanto nos aspectos individuais quanto coletivos. Chaves (1999b) ressalta que entre as tecnologias que o ser humano inventou estão algumas que afetaram profundamente a educação, como a fala baseada em conceitos, a escrita alfabética, a imprensa, e, o conjunto de tecnologias eletro-eletrônicas como telégrafo, telefone, fotografia, cinema, rádio, televisão, vídeo, computador que a partir do século passado começaram a afetar o cotidiano das pessoas de forma revolucionária.

Santarosa, (1998) observa que "atualmente, estas modernas tecnologias atuando através da telemática, como uma rede integrada de computadores e os meios de comunicação, permitem transmissões polivalentes, trabalhando com textos, som e imagens".

Segundo Maçada e Tijiboy, (1998) ,

O resultado disso tudo é a ampliação dos horizontes de fluxo da informação em dimensões sequer imagináveis o que determina modificações no modelo cultural com o acesso síncrono e assíncrono de informações, acesso a base de dados, bibliotecas, boletins, notícias, bem como o uso do correio eletrônico, conferências eletrônicas, listas de discussão, trabalhos cooperativos, entre outras várias possibilidades. Podemos dizer que a telemática está concretizando a transformação do mundo numa aldeia global e mudando o próprio conceito de sociedade.

Para Silva, (1998):

Estas tecnologias têm o potencial de aproximar o real do virtual, o visual do sensorial, o conhecimento acadêmico do operativo, tornando esses ambientes mais interativos, concretos e dinâmicos para a tarefa de aprender com as tecnologias informatizadas.

Mas, ainda de acordo com Silva(1998), pode-se concluir que este potencial não garante o processo de ensino-aprendizagem como a autora adverte:

No contexto desta profusão de mídias, a massificação e personalização da informação e a popularização do computador pessoal, torna-se essencial reconhecer o potencial didático-pedagógico na utilização das diferentes mídias para o processo ensino-aprendizagem. Assim, cabe à escola e à tecnologia educacional adaptar-se e inserir-se neste processo de "re-virtualização" do conhecimento, que vai além do uso da linguagem oral e escrita, dos recursos do giz, quadro negro e livro didático, e educar para a multimídia, para o desenvolvimento do conhecimento tecnológico, da aprendizagem operativa, mediante a utilização das novas tecnologias das imagens, dos bancos de dados, das telecomunicações, dos novos produtos de hardware e software, das hipermídias pedagógicas, das redes de computadores (Internet e Intranet) como tecnologia para Educação Presencial e a Distância.

Valente (2001) reforça estas considerações afirmando:

O principal objetivo da escola compatível com a sociedade do conhecimento é criar ambientes de aprendizagens que propiciem a experiência do empowerment (oportunidade dada às pessoas para compreenderem o que fazem e perceberem que são capazes de produzir algo que era considerado impossível), pois as experiências comprovam que em um ambiente rico, desafiador e estimulador, qualquer indivíduo será capaz de aprender algo sobre alguma coisa.

Conclui-se assim, que a introdução das novas tecnologias na aprendizagem representa um desafio a todos os envolvidos com a educação. Este desafio se traduz em como adequar os objetivos da proposta pedagógica e do aprendiz aos

novos recursos e processos tecnológicos. Esta proposta por sua vez determina a construção de uma nova tecnologia educacional capaz de conviver com o universo de informações e recursos disponíveis, organizando-o, racionalizando-o e integrando-o ao processo de ensino-aprendizagem.

Apesar de toda esta discussão, percebe-se no entanto que a área da informática educativa tem crescido quantitativamente nos últimos anos. Os recursos da telemática têm beneficiado o ensino a distância e a Internet tem se integrado cada vez mais ao processo de ensino-aprendizagem. Outros recursos tecnológicos associados geralmente à Internet estão sendo incorporados cada vez mais ao processo educacional, assim como a disponibilização de software educativo tem se intensificado. Ambientes virtuais de aprendizagem estão sendo construídos facilitando a criação de cursos diversos.

3.3.1.O software educacional

Chaves (1999a), considera que um “software educacional é todo aquele software que puder ser usado para algum objetivo educacional ou pedagogicamente defensável, qualquer que seja a natureza ou finalidade para a qual tenha sido criado”.

Os diversos tipos de software usados na educação podem ser classificados em algumas categorias, de acordo com seus objetivos pedagógicos: tutoriais, transmitem informações pedagogicamente organizadas; exercícios e práticas, enfatizam a apresentação das lições ou exercícios; programação, permitem que professores e alunos criem programas; aplicativos, voltados para aplicações específicas como processadores de texto, planilhas eletrônicas; multimídia e Internet, correspondem a multimídia já pronta usada como tutorial e o uso de sistemas de autoria para o aprendiz desenvolver sua multimídia; simulação e modelagem, possibilitam a vivência de situações difíceis de serem reproduzidas em aula; jogos, desenvolvidos com a finalidade de desafiar e motivar o aprendiz. (VIEIRA, 2001).

Um software educacional pode ser classificado quanto ao nível de aprendizagem. Ele é seqüencial, quando somente transfere a informação e o aprendiz é passivo. É classificado como relacional, quando possibilita a aquisição de determinadas habilidades, permitindo que o aprendiz estabeleça relações com outros fatos ou fontes de informação. Neste caso o aprendiz é isolado interagindo

apenas com a tecnologia. É classificado como criativo quando associado à criação de novos esquemas mentais, possibilitando a interação entre pessoas e tecnologias compartilhando objetivos comuns. Neste caso o aprendiz é participativo. (VIEIRA, 2001).

Para Silva (1998), "a oferta de PEI – Produtos Educacionais Informatizados - no mercado é crescente. Muitos destes produtos requerem melhoria na qualidade pedagógica e/ou técnica."

Para Santarosa, (1998)

Pode-se observar o aparecimento de inúmeros materiais de ensino/aprendizagem visando disponibilizar informações e recursos através da Internet mobilizando a interação entre os usuários. Contudo, ainda verifica-se a predominância de materiais de caráter mais informativo do que ambientes que visem mobilizar interação/cooperação dos usuários (alunos) entre si, com vistas a criar espaços para o seu desenvolvimento.

Em relação ao software educacional é possível perceber que a sua adoção determina a possibilidade de uso dos computadores na educação. Mas este uso deve ser conduzido de forma responsável e com potencialidades pedagógicas verdadeiras, razão pela qual o software utilizado deve possuir os requisitos necessários e condizentes com o processo educacional adotado.

3.3.2. O ensino a distância

Souza (2001) observa:

O Ensino a Distância vem surgindo nos últimos anos como uma das mais importantes ferramentas de difusão do conhecimento e democratização da informação, podendo colaborar de maneira eficaz como complementação e alternativa ao modelo presencial de ensino-aprendizagem.

Vários autores conceituaram Ensino a Distância. Uma definição mais precisa, apresenta o conceito de que a característica básica da educação a distância é o estabelecimento de uma comunicação de dupla via, na medida em que professor e aluno não se encontram juntos na mesma sala requisitando, assim, meios que possibilitem a comunicação entre ambos como correspondência postal, correspondência eletrônica, telefone ou telex, rádio, "modem", vídeo-disco controlado por computador, televisão apoiada em meios abertos de dupla comunicação, etc.(NUNES, 2002)

De acordo com Nunes (apud Keegan, 1999) os elementos fundamentais dos conceitos de ensino a Distância são:

A separação física entre professor e aluno, que o distingue do presencial; a influência da organização educacional (planejamento, sistematização, plano, projeto, organização dirigida, etc.) que a diferencia da educação individual; utilização de meios técnicos de comunicação, usualmente impressos, para unir o professor ao aluno e transmitir os conteúdos educativos; previsão de uma comunicação-diálogo, e da possibilidade de iniciativas de dupla via; possibilidade de encontros ocasionais com propósitos didáticos e de socialização; e participação de uma forma industrializada de educação.

Nunes, (2002) acrescenta ainda:

Contudo, nenhuma dessas denominações serve para descrever com exatidão educação a distância; são termos genéricos que, em certas ocasiões, incluem-na mas não representam somente a modalidade a distância. Para exemplificar: um livro ou fascículo, desses que se intitulam "faça você mesmo"; um texto isolado de instrução programada; uma programação insulada de rádio ou um programa assistemático de televisão; não são formas de educação a distância. Esta pressupõe um processo educativo sistemático e organizado que exige não somente a dupla-via de comunicação, como também a instauração de um processo continuado, onde os meios ou os multimeios devem estar presentes na estratégia de comunicação. A escolha de determinado meio ou multimeios vem em razão do tipo de público, custos operacionais e, principalmente, eficácia para a transmissão, recepção, transformação e criação do processo educativo.

A primeira forma de Ensino a Distância foram os cursos por correspondência na Europa, modalidade muito utilizada até o meio deste século, quando o rádio e televisão instrucional tornaram-se populares. No entanto, com o surgimento de tecnologias interativas sofisticadas, educadores passaram a utilizar ferramentas como o *e-mail*, Internet (www), áudio-conferência e vídeo-conferência para promover esta modalidade de ensino, (VIT, 2000).

Para Prates (1998),

A Educação a Distância foi sendo desenvolvida utilizando-se do mais variado ferramental pedagógico, em função de parâmetros tais como: as características da escola e dos professores, o tipo de curso ministrado, a distribuição geográfica entre escola e alunos, as tecnologias disponíveis e a relação custo/ benefício para o uso das mesmas.

Em função, principalmente, da tecnologia de transmissão de informação adotada, a evolução do Ensino a Distância pode ser dividido em três fases cronológicas:

- ◆ a geração textual (até a década de 1960) baseada na auto-aprendizagem com suporte apenas em simples textos impressos;
- ◆ a geração analógica (1970-1980) baseada na auto-aprendizagem com suporte em textos impressos intensamente complementados com recursos tecnológicos de multimídia tais como gravações de vídeo e áudio;
- ◆ a geração digital baseada no auto-aprendizado com suporte quase que exclusivamente em recursos tecnológicos altamente diferenciados, que podem ser balizados pelos seguintes fatores: a eficiência e o baixo custo dos modernos sistemas de telecomunicação digital e via satélite; a alta interatividade e o baixo custo dos modernos computadores pessoais; a amplitude e o custo acessível das redes computacionais locais e remotas, tais como a Internet e as Intranets, (PRATES,1998).

3.4. Ambientes virtuais de aprendizagem

A possibilidade de interação a distância tornou-se realidade com o avanço das novas tecnologias de informação e comunicação através de técnicas diversas conforme sugere Maçada e Tijiboy , (1998):

A telemática está revolucionando os conceitos de tempo e espaço na comunicação entre as pessoas, no acesso à informação, na produção e na construção do conhecimento. É a Internet, dentre os recursos telemáticos, que pode propiciar a criação de ambientes ricos, motivadores, interativos, colaborativos, cooperativos e de comunicação síncrona e assíncrona rápida e de custo relativamente baixo.

Neste contexto surgiram os ambientes virtuais de aprendizagem, utilizando a Internet. Cunha Filho, Neves e Pinto, (apud Fleming 2001) defendem que "um ambiente virtual não é apenas um meio de difusão, mas uma plataforma de comunicação na qual projetamos intervenções através de representantes cibernéticos (nicknames, avatares ou nós mesmos)."

França (apud Fleming, 2001) define um ambiente virtual de aprendizagem:

O ambiente virtual de aprendizagem em cursos a distância, é o espaço que organiza os recursos e ferramentas para acesso aos cursos, por meio da interação com os conteúdos, realização de atividades de aprendizagem, interação com o professor e colegas. Portanto, não pode ser confundido com simples páginas, bancos de informações na Internet..

Para Madsen (2001)

Um ambiente virtual de aprendizagem - AVA - é um sistema de software que constitui um espaço virtual educativo e interativo baseado na WEB, tratando temas específicos e reconfigurando-se a partir das interações entre os usuários, e destes com o sistema. O desenvolvimento de um AVA é uma tarefa interdisciplinar que envolve especialistas em educação, programadores e projetistas gráficos.

3.4.1. Concepção de ambientes virtuais de aprendizagem

Cunha Filho, Neves e Pinto, (apud Fleming 2001) observam:

Um ambiente virtual de aprendizagem deve possuir conceitos, características e atitudes de interação, troca, intercâmbio, comunicação bi ou multi-lateral, negociação, colaboração e cooperação, registro de documentos, o acesso, a socialização e a geração de inteligência coletiva dentre outros requisitos.

Segundo Maçada e Tijiboy (1998), "o processo de construção de ambientes virtuais de aprendizagem cooperativos em redes telemáticas envolvem pelo menos três elementos essenciais sem os quais acredita-se não ser possível viabilizar estes produtos".

O primeiro destes elementos é a postura cooperativa considerado como o elemento mais importante para possibilitar a aprendizagem cooperativa na Internet pois é determinada por algumas atitudes/aspectos como a interação, objetivos comuns, tomada de decisão em grupo, descentração do pensamento, responsabilidade do aprendiz pelo seu aprendizado e pelo do grupo, construção de uma inteligência coletiva, colaboração, trocas e conflitos sócio-cognitivos, reflexão individual/social, consciência social, tolerância e convivência com diferenças, ações conjuntas e coordenadas, relações heterárquicas. Todos estes aspectos são fundamentais porém a interação ("inter-ação") é o elemento básico e inicial de todo o processo pois é ela que abre o canal de comunicação. O segundo elemento é a estrutura do ambiente onde acontece o suporte prático para que ocorra a aprendizagem cooperativa em redes telemáticas. A evolução da tecnologia faz com que os recursos que compõe a estrutura de um ambiente cooperativo para aprendizagem à distância sofram alterações e acréscimos devido aos avanços tecnológicos que ocorrem de forma rápida e dinâmica Este elemento é necessário neste contexto mas não é suficiente para permitir que o processo de aprendizagem aconteça. O terceiro elemento seria o funcionamento heterárquico do ambiente, pois

a tomada de decisão em relação ao ambiente é realizada pelo grupo, de forma consensual e não imposta de cima para abaixo ou de um(s) sobre o(s) outro(s). Estas relações heterárquicas promovem uma consciência social onde estão presentes a tolerância e convivência com as diferenças dos membros do grupo. Toda tomada de decisão num ambiente de aprendizagem cooperativo leva implícito um consenso de grupo onde cada indivíduo que o constitui é autônomo na sua contribuição. (MAÇADA e TIJIBOY , 1998).

Maçada e Tijiboy, (1998) concluem que "somente a partir dos elementos acima é que os sujeitos se sentem parte importante e ativa do processo e passam a assumir uma postura de responsabilidade com relação a sua própria aprendizagem e a do grupo como um todo".

Para Vieira (2001) ,

A concepção de um ambiente educativo exige muito mais do que conhecimento sobre informática instrumental, exige a construção de conhecimentos sobre as teorias de aprendizagens, concepções educacionais e práticas pedagógicas, técnicas computacionais e reflexões sobre o papel do computador, do professor e do aluno nesse contexto, pois a construção do conhecimento do aprendiz não é um processo simples e imediato, mas produto de um caminho árduo e longo.

As características que compõem estes ambientes podem ser observadas ainda a partir de visões diferenciadas. Uma destas visões está relacionada aos envolvidos com o ambiente de aprendizagem ou seja os alunos, professores/tutores/monitores e administradores do ambiente em questão.

Assim, faz-se necessário, que na concepção dos ambientes virtuais de aprendizagem sejam observadas todas estas variáveis, e que principalmente sejam tratadas as variáveis que compõem as dimensões ergonômicas, funcionais, tecnológicas e pedagógicas, dimensões estas, que representam o alicerce de qualquer ambiente educacional informatizado.

3.4.1.1. Dimensão ergonômica

Um aspecto a ser considerado na construção de ambientes virtuais de aprendizagem é a ergonomia. A ergonomia de acordo com Silva (1998) "busca a melhoria das condições de trabalho e seu objetivo é a adaptação do trabalho ao homem".

Segundo Wisner (apud Silva, 1998) ,

A ergonomia pode ser definida como a utilização de conhecimentos científicos relativos ao homem e necessários para conceber ferramentas,

máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo de conforto, de segurança e eficácia pelo maior número de pessoas". Devido às suas propriedades, atualmente a ergonomia tem se apresentado como um diferencial na adoção de produtos e serviços.

Wisner (apud Silva, 1998) definiu que "a ergonomia de software é um caso particular de adaptação do trabalho ao homem: a adaptação do sistema informático à inteligência humana. Esta adaptação à inteligência começa com a adequação da ferramenta à representação do usuário."

Silva (1998) observa,

A ergonomia de software busca trabalhar observando a questão da qualidade dos produtos de software, procurando conhecer como o usuário "percebe a tarefa a ser executada; interage com a máquina e, processa o conhecimento que possui, transpondo seu modelo mental para o sistema computacional.

Ainda de acordo com Silva (1998),

A área de estudos da ergonomia de software interessa-se ao mesmo tempo à utilidade (adequação à tarefa), usabilidade (facilidade de uso) e à utilizabilidade (usabilidade + utilidade) dos produtos e sistemas informáticos, de modo a favorecer a adequação dos software, particularmente das interfaces, às tarefas e objetivos de interação do usuário, o que corresponde, em termos práticos, à capacidade do software em "permitir" ao usuário, atender facilmente seus objetivos. A utilidade determina se o produto ou sistema atende as necessidades funcionais e operacionais. Já a utilizabilidade, a facilidade de aprendizagem e de utilização.

Percebe-se assim uma preocupação crescente com o desenvolvimento de interfaces pois é através delas que o usuário enxerga o sistema fazendo-se necessário então construir interfaces simples, amigáveis capazes de estabelecer um adequado processo de comunicação entre o software e aqueles que o acessam.

Determinar a qualidade da interface não é tarefa fácil pois envolve diversos domínios do comportamento humano, correspondentes aos diversos processos mentais de tratamento da informação como a percepção, o raciocínio e a representação mental. Além disso, o significado de utilizabilidade varia bastante e depende das diversas situações em que o usuário utiliza o computador como tipo de programa, contexto do trabalho, objetivo da tarefa, motivação etc. (SILVA, 1998).

Para facilitar o processo de concepção de interfaces Scapin (apud Silva 1998) define alguns princípios a serem observados, conforme quadro seguinte:

Quadro 4 - Critérios Ergonômicos

| Critérios | Características |
|----------------------------|--|
| Compatibilidade | As transferências de informações são mais rápidas e mais eficazes se ocorrerem com o mínimo de recodificação por parte do usuário. As telas e os nomes dos comandos devem respeitar as características psicológicas e os costumes dos usuários. |
| Homogeneidade | As seqüências de comandos realizadas em momentos diferentes devem conduzir aos mesmos resultados. A sintaxe, o formato e a localização dos elementos devem permanecer constantes entre as telas e as sessões. É conveniente padronizar os objetos quanto ao seu formato, denominação e a sintaxe dos procedimentos. |
| Concisão | A capacidade da memória de curto termo do operador humano é limitada. Convém reduzir a carga cognitiva dos usuários. Quanto menos entradas menor a probabilidade de cometer erros, e quanto mais sucintos forem os itens, menor será o tempo de leitura. |
| Flexibilidade | Ligada à existência de variações das ações e diferenças individuais da população de usuários. Quanto mais formas de efetuar uma tarefa existirem no software, maiores serão as chances para o usuário escolher e dominar uma delas no curso de sua aprendizagem. |
| Feedback | Diz respeito às respostas do sistema às ações dos usuários. A qualidade e rapidez do <i>feedback</i> são dois fatores importantes para o estabelecimento de satisfação e confiança do usuário, assim como para o entendimento do diálogo, possibilitando um melhor entendimento do funcionamento do sistema. a carga informacional - |
| Carga informacional | A probabilidade de erro humano aumenta com a fadiga mental. Convém minimizar ao máximo os tempos de tratamento da informação e o número de operações efetuadas pelo usuário. Alguns dispositivos que permitem reduzir os tempos de entrada são as teclas de função, os menus. |
| Controle explícito | O usuário deve ter a impressão que dirige o diálogo mesmo que não seja realidade. |
| Gestão de erros | Fornecer aos usuários meios para corrigir seus próprios erros. Um sistema bem concebido reduz as ocasiões propícias ao erro, aumenta a capacidade do usuário de detectar esses erros e fornece os meios para corrigi-los, ou seja, protege contra os erros, informa sobre eles e como corrigi-los. |

Fonte: Silva, Cassandra Ribeiro de Oliveira, 1998.

3.4.1.2. Dimensão pedagógica

Lucena (1998) observa,

Desde muito tempo, pesquisadores vêm procurando desenvolver ambientes computacionais propícios para o processo de ensino e aprendizagem, apoiando estes desenvolvimentos em diferentes teorias psicopedagógicas. Dentre as principais teorias que norteiam a introdução

da Informática na Educação, encontram-se a visão behaviorista a visão interativa-construtivista e, mais recentemente, a visão histórico-social.

Silva (1998) destaca,

As teorias de aprendizagem buscam reconhecer a dinâmica envolvida nos atos de ensinar e aprender, partindo do reconhecimento da evolução cognitiva do homem, e tentam explicar a relação entre o conhecimento pré-existente e o novo conhecimento. A aprendizagem não seria apenas inteligência e construção de conhecimento, mas, basicamente, identificação pessoal e relação através da interação entre as pessoas.

Cada uma das abordagens teóricas apresentam uma visão do processo ensino-aprendizagem. No Quadro 5, apresentado a seguir, encontram-se resumidas as características de algumas das principais teorias de aprendizagem.

Quadro 5 - Teorias de Aprendizagem

| Teoria | Características |
|---|--|
| Epistemologia Genética de Piaget | Ponto central: estrutura cognitiva do sujeito. As estruturas cognitivas mudam através dos processos de adaptação: assimilação e acomodação. A assimilação envolve a interpretação de eventos em termos de estruturas cognitivas existentes, enquanto que a acomodação se refere à mudança da estrutura cognitiva para compreender o meio. Níveis diferentes de desenvolvimento cognitivo. |
| Teoria Construtivista de Bruner | O aprendizado é um processo ativo, baseado em seus conhecimentos prévios e os que estão sendo estudados. O aprendiz filtra e transforma a nova informação, infere hipóteses e toma decisões. Aprendiz é participante ativo no processo de aquisição de conhecimento. Instrução relacionada a contextos e experiências pessoais. |
| Teoria Sócio-Cultural de Vygotsky | Desenvolvimento cognitivo é limitado a um determinado potencial para cada intervalo de idade (ZPD); o indivíduo deve estar inserido em um grupo social e aprende o que seu grupo produz; o conhecimento surge primeiro no grupo, para só depois ser interiorizado. A aprendizagem ocorre no relacionamento do aluno com o professor e com outros alunos. |
| Aprendizagem baseada em Problemas / Instrução ancorada (John Bransford & the CTGV) | Aprendizagem se inicia com um problema a ser resolvido. Aprendizado baseado em tecnologia. As atividades de aprendizado e ensino devem ser criadas em torno de uma "âncora", que deve ser algum tipo de estudo de um caso ou uma situação envolvendo um problema. |

Quadro 5 - Teorias de Aprendizagem

Continuação

| Teoria | Características |
|---|---|
| Teoria da Flexibilidade Cognitiva (R. Spiro, P. Feltovitch & R. Coulson) | Trata da transferência do conhecimento e das habilidades. É especialmente formulada para dar suporte ao uso da tecnologia interativa. As atividades de aprendizado precisam fornecer diferentes representações de conteúdo. |
| Aprendizado Situado (J. Lave) | Aprendizagem ocorre em função da atividade, contexto e cultura e ambiente social na qual está inserida. O aprendizado é fortemente relacionado com a prática e não pode ser dissociado dela. |
| Gestaltismo | Enfatiza a percepção ao invés da resposta. A resposta é considerada como o sinal de que a aprendizagem ocorreu e não como parte integral do processo. Não enfatiza a seqüência estímulo-resposta, mas com contexto ou campo no qual o estímulo ocorre e o <i>insight</i> tem origem, quando a relação entre estímulo e o campo é percebida pelo aprendiz. |
| Teoria da Inclusão (D. Ausubel) | O fator mais importante de aprendizagem é o que o aluno já sabe. Para ocorrer a aprendizagem, conceitos relevantes e inclusivos devem estar claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo. A aprendizagem ocorre quando uma nova informação ancora-se em conceitos ou proposições relevantes pré-existentes. |
| Aprendizado Experimental (C. Rogers) | Deve-se buscar sempre o aprendizado experimental, pois as pessoas aprendem melhor aquilo que é necessário. O interesse e a motivação são essenciais para o aprendizado bem sucedido. Enfatiza a importância do aspecto interacional do aprendiz. O professor e o aluno aparecem como os co-responsáveis pela aprendizagem. |
| Inteligências múltiplas (Gardner) | No processo de ensino, deve-se procurar identificar as inteligências mais marcantes em cada aprendiz e tentar explorá-las para atingir o objetivo final, que é o aprendizado de determinado conteúdo. |
| Condições de Aprendizado (R. Gagné) | Existem diferentes tipos ou níveis de aprendizado e cada um requer diferentes tipos de instrução. Gagné identifica cinco categorias de aprendizado: informação verbal, habilidades intelectuais, estratégias cognitivas, habilidades motoras e atitudes. Condições internas e externas diferentes são necessárias para cada tipo de aprendizado |
| Condicionamento Operante (Skinner) | Apoia-se na idéia de que o aprendizado tem a função de mudança no comportamento manifesto. O condicionamento operante é baseado na lei do efeito. As mudanças no comportamento são o resultado de uma resposta individual a estímulos que ocorrem no meio e portanto reforçar tais estímulos significa fortalecer o comportamento. Os reforçadores são designados como positivos e negativos. |

Fonte: Vaz e Raposo, 2001.

Vaz e Raposo (2001) declara:

Os ambientes computacionais destinados ao ensino devem trazer à tona fatores pertinentes à mediação humana através da tecnologia. As teorias de aprendizagem têm em comum o fato de assumirem que indivíduos são

agentes ativos na busca e construção de conhecimento, dentro de um contexto significativo.

As teorias de aprendizagem procuram explicar as manifestações do comportamento humano em situações de ensino-aprendizagem. No entanto, Silva (1998) adverte:

Não existe uma teoria empiricamente validada que explique todas as manifestações de comportamento neste contexto existindo limitações em cada teoria apresentada. Assim, a escolha de uma teoria para fundamentar a prática pedagógica na construção de ambientes virtuais vai depender dos objetivos dos construtores. Pode-se aplicar os fundamentos de uma e/ou outra abordagem, conforme a situação didática e os objetivos de aprendizagem que se pretende atingir.

Para Santarosa, (1998) “nas aplicações da informática na educação tem-se defendido a construção de ambientes de aprendizagem chamados construtivistas em oposição aos instrucionistas, buscando fundamentação em teorias que alicerçam essa construção. “

Na teoria construtivista a aprendizagem ocorre quando a informação é processada pelos esquemas mentais e agregadas a esses esquemas construindo assim o conhecimento capaz de funcionar diante de situações desafiadoras e problemáticas.. Dentro da concepção construtivista, um software para ser educativo deve ser um ambiente interativo que proporcione ao aprendiz investigar, levantar hipóteses, testá-las e refinar suas idéias iniciais, dessa forma o aprendiz estará construindo o seu próprio conhecimento, (VIEIRA, 2001).

Para a realização do ciclo descrição - execução - reflexão - depuração - descrição é de extrema importância na aquisição de novos conhecimentos por parte do aprendiz. Levando em consideração esse ciclo, o software pode ser interpretado como a explicitação do raciocínio do aprendiz, pois fornece um *feedback* se houver problema no funcionamento do sistema, e uma resposta dos resultados que são construídos passo a passo pelo computador, possibilitando assim a confrontação das idéias originais com os resultados obtidos na tela. (VALENTE apud VIEIRA, 2001).

Vieira, (2001) , ressalta ainda que "o processo de identificar e corrigir o erro constitui uma oportunidade única para o aluno aprender um determinado conceito envolvido na solução do problema ou sobre estratégias de resolução de problemas."

3.4.1.3. Dimensão funcional

Pode-se considerar a dimensão funcional como um conjunto de funções inerentes e requisitadas ao ambiente a ser trabalhado. No caso dos ambientes virtuais de aprendizagem estas funções podem ser representadas por características e atividades relacionadas à comunicação/interação, colaboração/cooperação, pesquisa, construção, avaliação, didática e administração/coordenação.

- **Comunicação/interação**

A comunicação no processo educativo não pode se limitar a transmissão de conhecimentos por parte do professor, simplificando a sua participação e a dos alunos em emissores e receptores. Vieira (2001), observa também que "a comunicação é um fenômeno complexo, onde se relacionam diversos sujeitos, com a intenção de expressar, criar, recriar e negociar um conjunto de significações, sobre a base de regras previamente estabelecidas, em um determinado contexto social."

Na definição desse processo podem ser utilizadas práticas comunicativas de diversas formas: verbais, não verbais, audiovisuais, que atuam de forma inter-relacionadas no sentido de construir universos de significação determinando através do ato pedagógico, o nível de afetividade do processo docente previsto ou improvisado pelo professor que como mediador, tem em suas mãos a direção do processo de comunicação (VIEIRA,2001).

O processo educativo como processo comunicativo se caracteriza não só pelo intercâmbio de informações mas pelas relações entre sujeitos situados em um contexto cultural que caracterizam e exigem uma verdadeira comunicação interpessoal, muito diferente das outras formas de comunicação. Esse intercâmbio de informações exige uma ordem e sistematização, que permita a elaboração, a construção do conhecimento desejado por cada estudante, mas requer levar em conta a multiplicidade de ações comunicativas entre os protagonistas desse processo(MAÇADA, 1998).

A comunicação presente em um ambiente virtual de aprendizagem é condicionada ainda às formas e meios tecnológicos disponíveis e se classifica por suas diferentes formas e graus de interatividade: unidirecional, bidirecional e multidirecional.

A interação é uma outra característica funcional a ser observada no contexto dos ambientes de aprendizagem virtual. ", Echeita e Martin (apud Maçada 1998) declaram:

O processo de interação entre indivíduos possibilita intercambiar pontos de vistas, conhecer e refletir sobre diferentes questionamentos, refletir sobre seu próprio pensar, ampliar com autonomia sua tomada de consciência para buscar novos rumos. Maçada (1981). A importância da interação é percebida quando "o conhecimento é gerado, construído ou melhor dito, co-construído, construído conjuntamente, exatamente porque se produz interatividade entre duas ou mais pessoas que participam dele.

Em qualquer situação de aprendizagem, a interação entre os participantes (formadores e alunos) é de extrema importância. É por meio da interação que se torna possível a troca de experiências, o estabelecimento de parcerias e a cooperação.

Para Silva, (1998),

O aumento da interatividade significa o aumento da compreensão do conteúdo, absorção e domínio do assunto, pelo estudante, em tempo mais rápido; corre entre os materiais e o aluno, mediante o uso de técnicas pedagógicas, dos suportes audiovisuais e hipermídia interativa e, entre o aluno e professor mediante os meios de comunicação disponíveis (correio, telefone, teleconferência, videoconferência, fax, Internet e também em encontros presenciais).

A Internet possibilita a interação propiciando o relacionamento interpessoal devido à possibilidade de aproximação entre pessoas. A interação social em rede de computadores pode ser observada sob duas abordagens de comunicação: a temporalidade e o direcionamento/número de interlocutores. Quanto à temporalidade tem-se interações síncrona quando os interlocutores encontram-se ligados simultaneamente em rede e assíncrona quando os interlocutores se comunicam sem estabelecerem ligação direta no momento exato em que a comunicação é emitida.

Quanto ao direcionamento e número de interlocutores as interações podem ser do tipo: um-para-um, quando a comunicação ocorre apenas entre dois indivíduos e um-para-todos quando a comunicação é realizada para vários receptores os quais podem também se tornar emissores, comunicando-se com quem emitiu a comunicação e neste caso todos podem interagir entre si (SILVA, 1998).

Para Maçada (1998), "a interação entre pessoas pode apenas ser eventual, isolada, e interrompida. Mas pode também possibilitar uma relação colaborativa ou cooperativa, que pressupõe alguns requisitos que vão além da mera interação."

- **Colaboração/Cooperação**

Outros requisitos funcionais que ocupam destaque na construção de ambientes virtuais de aprendizagem são a colaboração e a cooperação. Para alguns autores existe distinção entre estes dois conceitos mas para outros não. Ferreira (apud Maçada, 1998), define colaboração como "o trabalho em comum com uma ou mais pessoas; e cooperação como "auxílio; contribuição".

Barros (apud Maçada, 1998), entende que colaborar (co-labore) significa trabalhar junto, a partir de objetivos compartilhados e da intenção explícita de somar algo ou criar alguma coisa nova, se contrapondo a uma simples troca de informação ou passagem de instruções. A colaboração está relacionada com contribuição. A cooperação além de atingir o significado de colaboração, envolve o trabalho coletivo visando alcançar um objetivo comum. Estes dois conceitos para o autor são distintos e a cooperação é mais complexa na medida em que a colaboração está incluída nele, mas o contrário não se aplica.

Piaget (apud Maçada 1998) define a cooperação como co-operação, isto é, cooperar na ação é operar em comum; se caracteriza quando da coordenação de pontos de vista diferentes, pelas operações de correspondência, reciprocidade ou complementaridade e pela existência de regras autônomas de condutas fundamentadas no respeito mútuo. Para Vygotsky (apud Maçada 1998) a colaboração entre indivíduos ajuda a desenvolver estratégias e habilidades gerais de solução de problemas pelo processo cognitivo implícito na interação e na comunicação. O autor considera a linguagem como fundamental na estruturação do pensamento, pois permite a comunicação do conhecimento e o entendimento do pensamento do outro envolvido na conversação. A colaboração com o outro, segundo a teoria do autor enfatiza a ZDP - zona de desenvolvimento proximal - que é "algo coletivo" porque transcende os limites dos indivíduos.

Tomando como base os conceitos apresentados é possível observar que a cooperação é uma característica mais abrangente, pois pressupõe a interação, a colaboração, objetivos comuns, ações conjuntas e coordenadas observando ainda a necessidade de tolerância com as diferenças apresentadas no cenário. A

colaboração por sua vez determina a interação com o outro através de uma ajuda mais informal menos estruturada.

- **Administração/coordenação**

Os recursos associados a estas atividades permitem organizar e subsidiar as ações de um curso através do acompanhamento gerenciamento e disponibilização de material didático, além do gerenciamento do curso como um todo.

- **Pesquisa**

A pesquisa no contexto educacional tem se mostrado como uma ferramenta eficiente no sentido de despertar nos alunos o desejo de aprender, além de permitir-lhes serem sujeitos de seus próprios conhecimentos. Nessa perspectiva, os alunos precisam ser incentivados a aprender por si mesmos a investigar, a buscar, a pensar e a criar novas possibilidades de aprendizagens. O professor neste contexto deve atuar mostrando caminhos, orientando e ensinando a aprender, fazendo com que os alunos se tornem independentes, ou seja, autônomos em relação à aquisição do conhecimento.

- **Construção**

Os recursos associados a esta atividade permitem gerar material a ser utilizado no curso por todos os envolvidos com o ambiente. A idéia aqui é permitir o exercício da criatividade facilitando a montagem e elaboração de material através da valorização do conhecimento, criatividade e a autonomia dos alunos e professores frente aos recursos que os ambientes virtuais de aprendizagem proporcionam.

- **Avaliação**

A avaliação é um processo de coleta e análise de dados, que visa verificar se os objetivos propostos serão, estão sendo ou foram atingidos. O ato de avaliar consiste, pois, em verificar se os objetivos estão sendo realmente alcançados e em que medida estão sendo alcançados através de informações quantitativas e qualitativas para ajudar o aluno a avançar na aprendizagem e na construção do seu saber, bem como obter *feedback* do trabalho docente e discente. Nos ambientes virtuais de aprendizagem o processo de avaliação pode ser tratado através da construção de trabalhos e tarefas remetidas ao ambiente pelos alunos, ou através de ferramentas específicas voltadas para o processo de avaliação.

- **Didática**

A didática refere-se às estratégias de aprendizagem disponíveis no software que podem potencializar a aprendizagem virtual. Elas podem ser baseadas nas teorias pedagógicas. As simulações, apresentação de situações problemas são exemplos de recursos que podem ser utilizados para compor esta atividade.

3.4.1.4. Dimensão tecnológica

O uso crescente das tecnologias de telecomunicação e informática aplicadas à educação à distância vêm propiciando diversas facilidades para esta modalidade de ensino. Os recursos da Internet podem ser utilizados como uma ferramenta poderosa neste contexto através da disponibilização de serviços como listas de discussão, conversações em tempo real (*chat*), correio eletrônico (*e-mail*), vídeoconferência, teleconferência, proporcionando maior flexibilidade e acessibilidade à educação, fazendo-a avançar na direção de redes de distribuição de conhecimentos e de métodos de aprendizagem inovadores. A utilização de recursos como correios, telefones, rádio, televisão, videotexto, computador, entre outros, são considerados pelos estudiosos da educação a distância como impulsores dessa modalidade de ensino (NUNES,2002).

A estruturação de ambientes virtuais de aprendizagem pode fazer uso de diversos meios tecnológicos devendo ser estabelecida sobre uma plataforma tecnológica que pressupõe a existência de uma rede de computadores com acesso a Internet, Esta estrutura é baseada na arquitetura computacional denominada cliente/servidor que trabalha com a proposta de prover serviços (servidor) para um solicitante (cliente).

Em termos de hardware uma plataforma de rede requer a utilização de componentes específicos representados por computadores mais potentes para assumirem o papel de servidores e computadores usuais para representarem as estações de trabalho, o cliente. Para a estruturação física de uma rede são necessários ainda dispositivos de hardware que permitam a interconexão entre os componentes da rede.

No que se refere a software um ambiente de rede vai necessitar de conjunto de software específico que permita o gerenciamento dos recursos da rede. Um software de rede pode apresentar características de servidor (prover serviços) ou

cliente (requisitar serviços) ou ainda ter características de cliente/servidor ao mesmo tempo.

Para uma instalação básica de um ambiente virtual de aprendizagem um servidor de rede necessita de um sistema operacional para gerenciar os serviços da rede (Windows ou, Unix etc.); software para gerenciar os recursos da Internet disponibilizados, como servidores *WEB*, servidores de correio; um software específico para a aplicação a ser trabalhada e outros produtos que poderão compor o ambiente conforme desejo do usuário.

Em relação as estações, uma configuração básica vai requerer um sistema operacional (Windows ou Unix etc.); a parte cliente do software específico para a aplicação a ser trabalhada, e outros produtos que poderão compor o ambiente também atendendo desejo do usuário

Além destes produtos deve-se trabalhar em uma rede com os protocolos que representam a definição de regras, procedimentos e formatos para a transmissão de dados entre os dispositivos da rede. O TCP/IP é um exemplo de protocolo utilizado nas redes que trabalham com a Internet.

3.4.2. Características de software para geração de ambientes virtuais

Como já foi mencionado anteriormente, o processo de construção de software tem como objetivo gerar um sistema que atenda a uma determinada especificação funcional, que se ajuste às limitações do meio, que satisfaça todos os requisitos especificados. Já foi demonstrado que na condução do processo de desenvolvimento de software devem ser adotadas metodologias que sejam capazes de gerar um produto final de acordo com os requisitos propostos e conseqüentemente um produto de melhor qualidade. Todas estas premissas se aplicam certamente à construção de sistemas voltados para a área educacional.

Os produtos de software voltados para geração de ambientes virtuais de aprendizagem devem apresentar características que atendam às várias dimensões propostas para a concepção destes ambientes.

Neste contexto os requisitos funcionais podem ser baseados nas dimensões identificadas como funcional e pedagógica. Os requisitos não funcionais poderão ser trabalhados através das dimensões ergonômica, tecnológica e pedagógica. A dimensão pedagógica de certa forma é um referencial para a concepção do software como um todo.

No que se refere aos requisitos funcionais de software para geração de ambientes virtuais de aprendizagem estes são representados pelas características e atividades que compõem a dimensão funcional proposta na concepção destes produtos, ou seja, a comunicação/interação, colaboração/cooperação, pesquisa, construção, avaliação, didática e administração/coordenação. Assim os requisitos funcionais podem ser identificados e mensurados através da disponibilização pelo produto de software de ferramentas ou recursos capazes de atender as características funcionais descritas.

Estes requisitos podem ser observados ainda sob o ponto de vista da distribuição dos mesmos pelos diversos envolvidos com o processo educacional proporcionado pelo ambiente virtual disponibilizado pelo software, ou seja alunos, professores/tutores e administradores.

Quanto aos requisitos não funcionais, que representam o desempenho do software sob determinadas situações pode-se identificá-los a partir principalmente das dimensões tecnológicas e ergonômicas. A identificação dos requisitos não funcionais está ligada aos requisitos de qualidade conforme já demonstrado. Estes requisitos são fundamentados pela NBR 13596 através de um conjunto de características e subcaracterísticas de qualidade apresentadas respectivamente através dos quadros 1 e 2 do Capítulo 2. Estes requisitos podem ser mensurados através da identificação e estabelecimento de métricas capazes de permitir a observação do desempenho do produto sob determinados aspectos.

3.4.3. Produtos de software para geração de ambientes virtuais de aprendizagem

Atualmente, o mercado disponibiliza diferentes produtos de software voltados para a criação de ambientes virtuais de aprendizagem para uso em educação à distância. Estes produtos apresentam uma série de particularidades e características diferenciais entre eles, além de concepções pedagógicas e recursos tecnológicos específicos.

Como referências de software desta natureza podem ser apresentados os seguintes produtos:

- **AulaNet** - <http://guiaaulanet.eduWEB.com.br/>

O AulaNet é uma ferramenta de ensino a distância e um ambiente de software baseado na WEB, que foi desenvolvido no Laboratório de Engenharia de Software - LES - do Departamento de Informática da PUC-Rio. Os serviços oferecidos pelo produto implementam a capacidade de customização da interface e da estrutura navegacional e promovem atividades relacionadas à comunicação (grupo de interesse, grupo de discussão, contato com o professor e debate), administrativas (agenda, notícias do curso, cadastro de instrutores, matrícula e mensagens automáticas), de avaliação (teste, resultado do teste, projeto, resultado do projeto, exercício e resultado de exercício), didáticas (plano de aulas, transparências, apresentação gravada, texto de aula, livro texto, demonstrações, bibliografia) e gerais (tutorial sobre Internet, *home-page* de alunos e busca).

- **Blackboard** - http://www.anhembri.br/ei_novo/professores/manual/

Blackboard é um sistema de autoria desenvolvido para ser utilizado por educadores e profissionais interessados em aplicar as novas tecnologias interativas de rede na educação, contribuindo para a metodologia de ensino presencial e potencializando o processo de ensino e aprendizagem a distância além de propiciar maior autonomia no desenvolvimento, gerenciamento e oferecimento de conteúdos on-line.

- **FirstClass** - <http://www.softarc.com/>

O *FirstClass Collaborative Classroom* é uma ferramenta comercial desenvolvida para aprendizagem colaborativa e educação à distância que permite a professores, alunos e pais estarem conectados, colaborando e publicando conteúdos na Internet. Sua interface gráfica é bastante intuitiva e próxima ao padrão *Windows* e *Macintosh*. Áreas colaborativas podem ser configurados com vários níveis de segurança e acesso. As permissões de acesso são flexíveis, e facilmente configuráveis para grupos ou indivíduos. As conexões aos produtos são feitas através de um WEB *browser*, com um cliente *e-mail* ou ainda com o cliente *FirstClass*. Toda a troca de informações é feita através do correio eletrônico ou através de *chats on-line*. Resumos e *homepages* podem ser criados de forma simplificada e conferências podem ser formadas com a participação de um professor ou estudante moderador. Seus representantes no Brasil são acionados através dos endereços www.edusystems.com.br e www.metalink.com.br, e no Canadá www.education.softarc.com.

- **Learning Space**- <http://www.lotus.com/>

O *Learning Space* é uma ferramenta comercial que utiliza a tecnologia *Lotus Notes* e a *WEB*. É bastante flexível visto permitir a criação, gerenciamento e distribuição de cursos de educação a distância baseado no ambiente *Lotus Notes/Domino*. Utiliza o cliente *Lotus Notes* para construir e acessar os cursos. Permite uma maior colaboração entre membros de grupos, classes e instrutores através de ferramentas apropriadas. Algumas opções multimídia são garantidas como vídeo, áudio e gráficos, podendo ser implementadas com a adição de um servidor *Learning Server*.

- **TELEDUC** - <http://TelEduc.nied.unicamp.br/TelEduc/>

O *TelEduc* é um ambiente para a criação, participação e administração de cursos na *WEB* pelo qual se pode realizar cursos através da Internet. Foi desenvolvido por pesquisadores do Nied - Núcleo de Informática Aplicada à Educação, da Unicamp e pelo Instituto de Computação (IC) da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

O *TelEduc* foi concebido de forma participativa segundo necessidades relatadas por seus usuários apresentando características como a facilidade de uso por pessoas não especialistas em computação, flexibilidade quanto ao seu uso e um conjunto de funcionalidades voltadas para atender os ambientes educacionais de aprendizagem.

- **TopClass** - <http://www.wbtsystems.com/>

O *TopClass Virtual Classrooms* é um produto comercial que provê um ambiente de aprendizado estruturado no qual alunos são designados a cursos liderados por um instrutor. O *TopClass* pode ser usado para cursos ou treinamentos baseados na *WEB* ou para dar assistência à aulas tradicionais. A arquitetura observada do sistema é cliente/servidor, onde o servidor é formado por um *WEB Server*, *TopClass Server* e os clientes podem ser browsers como o *Netscape Communicator*, *Internet Explorer*, entre outros. Dentre suas principais opções estão: listas de discussão, ler/enviar mensagens, testes de múltipla escolha, anúncios de cursos, ferramentas para construção de cursos e autenticação de alunos.

- **Virtual-U** <http://www.vlei.com/>

O Virtual-U é um conjunto de ferramentas integradas baseadas na WEB que tem por objetivo a criação de cursos on-line permitindo e facilitando discussões assíncronas, aprendizado cooperativo - *groupware*, e construção de conhecimento. É um produto comercial, utiliza arquitetura cliente/servidor. O conjunto de ferramentas do Virtual-U inclui ferramentas para projeto de cursos, discussões e apresentações em salas de aula virtuais, tratamento de recursos dos cursos, e gerenciamento da evolução das salas de aula. <http://virtual-u.cs.sfu.ca/vuWEB/>

- **WEBCT - WEB Course Tools** - <http://www.WEBct.com/>

Ferramenta comercial desenvolvida pela *University of British Columbia* para a criação e gerenciamento de ambientes educacionais virtuais baseados em *WEB*.

O WEBCT é uma ferramenta que facilita a criação de um ambiente educacional baseado em interface WWW. Pode ser usado para criar cursos *on-line* completos, ou como interface de apoio para cursos comuns. Foi desenhado para ser utilizado por usuários sem grande experiência técnica fazendo uso de interfaces gráficas para o desenho do material e diversas ferramentas para auxiliar o professor como sistema de conferência, *chat on-line*, estudo em grupo, avaliações, gráficos que listam o progresso dos estudantes, *e-mail*, glossários, etc. O WEBCT permite a criação de cursos apresentados em páginas HTML e apresenta uma série de facilidades para alunos e professores (*e-mails, bulletin boards, chat*, etc). O sistema também oferece ferramentas para auto-avaliação do aluno, gráficos para acompanhamento da evolução dos alunos pelo professor, entre outras. O sistema é baseado na arquitetura cliente-servidor, com possibilidade de replicação de servidores.

- **Docent** – www.docent.com

Docent Learning Content Management System (LCMS) é um ambiente integrado para o desenvolvimento, a gestão e a entrega de conteúdos para a aprendizagem personalizada. É compatível aos padrões de conteúdos AICC e SCORM, e seus conteúdos podem ser acessados através de qualquer *WEB Browser*. Composto por módulos sendo o principal deles o *Docent Learning Management Server* (LMS) que consiste em uma plataforma de gerenciamento da aprendizagem e a gestão do conhecimento para a performance nas organizações possibilitando a auto-aprendizagem (*self-paced*), interação via *WEB* em tempo real, acesso a catálogos de cursos presenciais, gestão por competências e avaliações 360°.

3.5. Avaliação de software educacional

Vieira (2001) observa:

Apesar do termo avaliar possuir inúmeros significados, na expressão "avaliação de softwares educativos", avaliar significa analisar como um software pode ter um uso educacional, como ele pode ajudar o aprendiz a construir seu conhecimento e a modificar sua compreensão de mundo elevando sua capacidade de participar da realidade que está vivendo"

Desta forma conclui-se que um software educacional deve criar um ambiente de aprendizagem onde o aluno possa processar a informação incorporando-a a seus esquemas mentais e a partir desta construção saber aplicá-la diante de possíveis situações desafiadoras.

Rocha e Campos (apud Silva , C. 2001) declara,

Algumas dificuldades, contribuem para que o software educacional seja de baixa qualidade: (a) o pouco preparo de recursos humanos na área educacional; (b) a pressão mercadológica dos fabricantes de hardware; (c) a produção descentralizada de programas para ensino; (d) a quantidade de horas necessárias para desenvolvimento e implementação; e (e) a dificuldade de montagem de uma equipe multidisciplinar que desenvolva trabalho cooperativo.

Estas autoras afirmam ainda para que um software educacional possa contribuir efetivamente no processo de ensino-aprendizagem, a sua qualidade deve ser controlada através de técnicas específicas sugerindo para isto uma avaliação bem criteriosa capaz de apontar para que tipo de proposta pedagógica o software em questão poderá ser melhor aproveitado.

Begoña e Spector (apud Silva C., 2001) realizaram um levantamento sobre os principais métodos usados para avaliar software educacional e identificaram três diferentes níveis de avaliação denominadas avaliação orientada para o produto, avaliação orientada para o usuário e avaliação orientada para o contexto.

A avaliação orientada para o produto consiste numa descrição e apreciação crítica do software educacional realizada por especialistas através de listas de verificação direcionadas por um conjunto de procedimentos para guiar a inspeção. Neste tipo de avaliação não é exigido o uso do software numa situação real e o produto pode ser avaliado de acordo com diferentes critérios separados em diversas seções.

Na avaliação orientada para o usuário, procura-se avaliar os efeitos do programa no aprendiz sendo necessário analisar: as interações entre o programa e o aprendiz; os níveis de adaptação, se existentes; os meios usados para assegurar a motivação; a efetividade da aprendizagem; e a receptividade do usuário ao software.

A avaliação orientada para o contexto está vinculada a uma profunda compreensão do contexto no qual o produto é usado e pode ser útil na melhoria da qualidade do software educacional.

3.6. Considerações gerais

No sentido de acompanhar o importante papel que a educação assumiu no contexto atual, alternativas inovadoras de ensino-aprendizagem têm sido lançadas. O uso da tecnologia na educação tem contribuído de forma eficaz para disseminar o conhecimento onde recursos como o computador, o software educacional, o ensino a distância, a Internet, dentre outros apresentam-se como elementos essenciais na prática dos processos educacionais da atualidade. Neste contexto os softwares voltados para a geração de ambientes virtuais de aprendizagem se apresentam como um recurso capaz de permitir a disseminação do conhecimento, propondo modos de aplicação que respondam às questões e necessidades pedagógicas da sociedade atual. Mas para alcançar este objetivo faz-se necessário avaliar a qualidade destes produtos, atividade que pode ser realizada através de um esforço interdisciplinar capaz de sistematizar as dimensões pedagógicas, técnicas, ergonômicas e funcionais que devem compor estes ambientes.

Na composição de um processo de avaliação de um produto de software referente a ambientes virtuais de aprendizagem devem ser utilizadas também práticas capazes de facilitar e conduzir o processo em questão. Estas práticas podem ser embasadas por modelos metodológicos capazes de apontar as etapas que compõem o processo de avaliação e outras características que devem ser observadas na concepção de um processo desta natureza.

A introdução de processos, métodos e padrões para a condução de avaliação de software permite disciplinar as atividades a serem executadas conforme já demonstrado. No contexto educacional, estas práticas devem ser observadas levando em consideração principalmente as particularidades que regem este ambiente.

CAPÍTULO 4 - DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO

4.1. Introdução

Na composição de um processo de avaliação de um produto de software devem ser utilizadas práticas que facilitem e conduzam o processo em questão além de permitirem a obtenção de maior qualidade no trabalho realizado.

Estas práticas podem ser embasadas por modelos metodológicos capazes de orientar a condução do processo de avaliação além de outras características que devem ser observadas na concepção de um trabalho desta natureza.

Neste capítulo será proposta a definição de uma metodologia para avaliação de produtos de software voltados para a geração de ambientes virtuais de aprendizagem com ênfase na qualidade final do software. A elaboração desta metodologia deverá seguir as orientações definidas pelas normas ISO/IEC 14598 que se constitui em um guia através do qual são apresentadas etapas para condução de um processo de avaliação de software e pela NBR 13596 que sugere um modelo de qualidade relacionado às características de produto de software.

4.2. Visão geral da metodologia

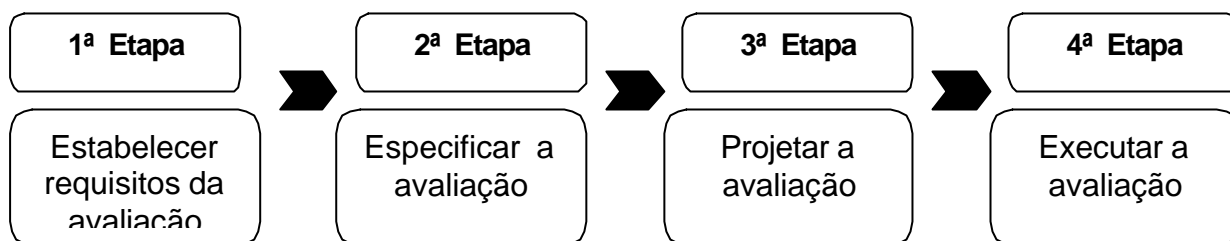
A proliferação de software no âmbito educacional tem se tornado constante, mas ao se colocar o computador na escola como instrumento de ensino faz-se necessário selecionar os produtos que serão utilizados de acordo com os objetivos que se tem. Para se proceder a esta seleção pode-se utilizar um processo de avaliação de software.

Os produtos de software voltados para a geração de ambientes virtuais de aprendizagem têm se apresentado como importantes ferramentas na criação de cursos a serem aplicados a distância. Na definição da metodologia de avaliação para este tipo de software, proposta deste estudo foram observados dois aspectos considerados relevantes para definição da mesma.

O primeiro deles refere-se a adoção de uma metodologia capaz de conduzir o processo de avaliação a ser desenvolvido. Neste estudo o desenvolvimento desta metodologia foi baseado na norma ISO/IEC 14598 que propõe um conjunto de etapas, fases e procedimentos para conduzir o processo de avaliação de um produto de software. Estas etapas, representadas através da Figura 2 - Etapas de um processo de avaliação, indicam os passos a serem observados no processo e

são apresentadas por uma sequência de etapas previamente determinadas permitindo o levantamento de informações consideradas relevantes.

Figura 2 - Etapas de um processo de avaliação



Fonte: Adaptação KOSCIANSKI et al , 2001.

Cada etapa apresentada é composta por fases. Neste estudo, a demonstração das etapas e fases, será feita a partir da apresentação dos objetivos de cada uma, das ações requeridas para execução das mesmas, dos envolvidos com o processo, dos resultados esperados e dos instrumentos práticos utilizados em cada uma.

A segunda etapa deste processo, denominada "Especificar a Avaliação" pressupõe o levantamento das características que devem compor o tipo de software a ser avaliado para que elas sejam associadas a métricas capazes de medir a qualidade do software. Através desta etapa o outro aspecto considerado relevante na elaboração desta metodologia, que se constitui ainda em um objetivo específico deste estudo, será tratado. Nela serão identificadas as características que devem compor um produto de software relacionado à geração de ambientes virtuais de aprendizagem com o objetivo de estabelecer requisitos para avaliação deste tipo de produto.

No caso do produto final de software a ISO/IEC 14598 recomenda que os requisitos a serem considerados em uma avaliação estejam relacionados às características não funcionais do produto. No entanto, como já foi dito anteriormente, a proposta deste estudo é proceder a uma avaliação abrangente, e por esta razão serão apontadas as métricas relacionadas às características funcionais e não funcionais e outros dados que possam se constituir em referências associadas ao produto. Este procedimento visa a identificação de propriedades capazes de evidenciar a presença de características de qualidade que permitam medir a qualidade do software a ser avaliado em toda sua abrangência.

As características funcionais são determinadas pelos diversos serviços que um produto pode oferecer. No caso dos softwares voltados para geração de ambientes virtuais de aprendizagem estes serviços estarão associados às dimensões inerentes à concepção destes produtos, representadas por administração/ coordenação, avaliação, colaboração/cooperação, comunicação/ interação, construção, didática e pesquisa.

As características não funcionais representam as características do produto relacionadas ao comportamento de suas funções e descrevem os requisitos de desempenho e outros aspectos considerados necessários para que o produto atinja a qualidade desejada. Estas características estão associadas diretamente aos objetivos do avaliador. As medidas requisitadas para avaliação das características não funcionais dependem também dos recursos que o avaliador possui em relação a dimensão tecnológica. As métricas não funcionais relacionadas neste estudo serão associadas às características e subcaracterísticas de qualidade definidas pela NBR13596.

Nesta metodologia é sugerido também que tanto as métricas relacionadas as características funcionais como as não funcionais, após serem identificadas, devem ser relacionadas a outras variáveis associadas aos ambientes virtuais de aprendizagem, para que permitam a construção de análises do produto sob outras abordagens. Assim, as métricas poderão ser analisadas também em relação a sua importância para o processo de avaliação e em relação à identificação dos envolvidos com sua utilização.

Para execução da quarta etapa do processo, denominada "Executar avaliação", foi montado um conjunto de tabelas apresentando características, métricas e informações gerais previstas nas etapas anteriores que vão nortear a execução da avaliação e através da qual serão mapeadas e pontuadas as características e métricas propostas neste estudo.

Na aplicação da metodologia proposta será considerada a avaliação orientada para o produto que determina conforme mencionado anteriormente, que a descrição e apreciação crítica do software educacional seja realizada por especialistas através de listas de verificação orientadas por um conjunto de procedimentos para guiar a inspeção. Como neste tipo de avaliação não é exigido o uso do software numa situação real o produto a ser avaliado será inspecionado através de suas

características agrupadas em diferentes critérios, separadas em diversas seções conforme determinado pela identificação de funcionalidades e características de qualidade.

4.3. Apresentação da Metodologia

A metodologia sugerida neste estudo é sistematizada por um conjunto de etapas integradas cujo objetivo é orientar o processo de avaliação. As etapas, fases e procedimentos descritos nos tópicos seguintes devem ser tratados na seqüência apresentada.

Para relatar as etapas e fases previstas no processo foi gerado um documento denominado “Avaliação de Produtos de Software - Ambientes Virtuais de Aprendizagem”, disponibilizado através do Apêndice A deste estudo, que se constitui em um instrumento prático cujo objetivo é auxiliar o usuário na apresentação do processo de avaliação.

4.3.1. Primeira Etapa - Estabelecer requisitos da avaliação

A primeira etapa que compõe esta metodologia tem por objetivo apresentar o processo de avaliação. É uma etapa descritiva onde as fases que a compõem correspondem às ações a serem executadas na elaboração da mesma e compreendem a definição do propósito da avaliação, o reconhecimento do tipo de produto a ser avaliado e a identificação do modelo de qualidade adotado para orientar o processo.

Através desta etapa espera-se conhecer o escopo do processo de avaliação delimitando fronteiras capazes de apontar os requisitos a serem trabalhados .

Os envolvidos com a definição da mesma são os responsáveis pela demanda do processo de avaliação dentro da organização, e podem ser identificados tanto no corpo gerencial quanto no corpo técnico.

Esta etapa é apresentada no Apêndice A, através do item 1, onde são especificadas as fases que a compõem conforme definido a seguir.

4.3.1.1. Fase 1 - Estabelecer o propósito da avaliação

Estabelecer o objetivo de uma avaliação é fator determinante dentro do processo avaliativo. Uma avaliação de produtos de software, pode ser realizada para atender propósitos diversos, mas geralmente têm o intuito de apoiar o desenvolvimento e aquisição de software procurando assegurar que o produto

atenda as necessidades implícitas e explícitas dos usuários, proporcionando assim a qualidade requerida. Esta fase tem caráter genérico dentro de qualquer processo de avaliação e independe do tipo de software a ser avaliado.

Os envolvidos com esta fase são representados pelos demandantes do processo que podem ser orientados pela equipe multidisciplinar que vai proceder à avaliação do produto de software.

Através da definição do propósito da avaliação é possível direcionar o processo eliminando detalhes desnecessários, determinando ainda a abrangência do mesmo.

O instrumento prático utilizado para execução desta fase é o documento apresentado no Apêndice A, através do item 1.1 onde devem ser relacionadas as informações que definem o propósito da avaliação.

4.3.1.2. Fase 2 - Identificar tipos de produtos a serem avaliados

O tipo de produto a ser avaliado vai depender diretamente do objetivo da avaliação, caso seja um produto acabado e deve ser definido também a partir das necessidades implícitas e explícitas do usuário. O objetivo básico desta fase é delimitar os requisitos de software a serem tratados.

No caso de produtos de software voltados para geração de ambientes virtuais de aprendizagem é interessante observar as diversas dimensões que compõem este tipo de produto, apresentadas no Capítulo 3 deste estudo, uma vez que elas permitem a contextualização desta categoria de software.

Os envolvidos com esta fase são representados também pelos demandantes do processo auxiliados pela equipe multidisciplinar. O resultado esperado é o delineamento do escopo do processo de avaliação indicando quais produtos devem ser tratados ou não.

O instrumento prático utilizado para execução desta fase é o Apêndice A, item 1.2 através do qual devem ser apresentadas as características gerais e a identificação do tipo de produto a ser avaliado.

4.3.1.3. Fase 3 - Especificar modelo de qualidade

O objetivo desta etapa é identificar modelos de qualidade capazes de orientar o processo de avaliação. Os modelos de qualidade usados nesta metodologia procuram atender o processo de avaliação a ser tratado assim como a definição das características de produtos de software.

O modelo para condução do processo de avaliação é definido pela ISO/IEC 14598.

Neste estudo as métricas a serem avaliadas em relação ao produto serão organizadas em grupos relacionados às suas características funcionais e não funcionais. Para o tratamento das características não funcionais, o modelo de qualidade a ser observado no processo de avaliação será embasado pela NBR 13596 através de suas características de qualidade: funcionalidade, confiabilidade, usabilidade, eficiência, manutenibilidade e portabilidade e suas respectivas sub-características conforme apresentado no Capítulo 2 deste estudo através dos Quadros 1 e 2 denominados respectivamente “Características da NBR 13596” e “Subcaracterísticas da NBR 13596”.

As características funcionais, caracterizadas também como quesitos para a aceitação do produto estarão associadas às dimensões pedagógicas e funcionais definidas no Capítulo 3, referentes ao tópico de concepção de ambientes virtuais de aprendizagem.

Os envolvidos com a seleção destes modelos devem pertencer à equipe multidisciplinar que irá executar o processo de avaliação.

Espera-se com esta fase estabelecer padrões de qualidade para conduzir a avaliação.

Através do Apêndice A, item 1.3, as informações referentes à identificação dos modelos de qualidade a serem adotados no processo de avaliação poderão ser relatadas.

4.3.2. Segunda Etapa - Especificar a avaliação

Esta etapa corresponde à identificação dos quesitos e critérios a serem observados no processo de avaliação e sua concepção também deve ser orientada pelo propósito da avaliação. As ações a serem executadas correspondem às fases de seleção de métricas, do estabelecimento de níveis de pontuação para as métricas e de critérios para julgamento do produto. Neste modelo esta etapa deverá ser relatada no Apêndice A, item 2.

A elaboração desta etapa deve ficar a cargo da equipe técnica interdisciplinar indicada para executar a avaliação composta por pessoal que contemple envolvidos com o tratamento das quatro dimensões sugeridas na concepção de produtos voltados para a geração de ambientes virtuais de aprendizagem.

Espera-se através da execução da mesma estabelecer os critérios que vão nortear o processo de avaliação. As fases referenciadas a seguir compõem esta etapa.

4.3.2.1. Fase 1 - Selecionar métricas

Como já foi enunciado anteriormente as características de qualidade não permitem medição direta, e para mensurá-las pode-se utilizar o estabelecimento de métricas que se correlacionem às características do produto de software. Uma métrica pode ser constituída por todo atributo interno ou externo do software, que seja quantificável e interaja com seu ambiente. Pode-se considerar que no momento em que as características de aceitação de um produto, os seus requisitos forem estabelecidos, os mesmos poderão ser definidos de forma mais objetiva a partir de uma métrica que ao mesmo tempo permita a especificação deste requisito e também sua avaliação.

O instrumento prático utilizado para apresentação destas características e métricas é o documento definido no Apêndice A através do item 2.1. A definição destas métricas e características deverá ficar a cargo da equipe técnica multidisciplinar que vai executar o processo e pode variar de acordo com o propósito da avaliação.

As métricas sugeridas nesta metodologia para compor as características funcionais do produto, serão apresentadas de forma agrupada obedecendo as dimensões pedagógicas e funcionais inerentes à concepção deste tipo de software, sendo representadas pelos grupos de funções de administração/coordenação, avaliação, colaboração/cooperação, comunicação/ interação, construção, didática e pesquisa. Estas métricas foram compiladas a partir do levantamento das características funcionais e recursos oferecidos pelos softwares geradores de ambientes virtuais de aprendizagem citados no capítulo 2 deste estudo.

As métricas sugeridas vão estar condicionadas a existência de recursos oferecidos pelo software associados a cada grupo de função. Assim, as métricas funcionais podem ser identificadas e mensuradas a partir da existência no software dos recursos enunciados no Quadro 6 - Relação de Métricas Funcionais, apresentado a seguir:

Quadro 6 - Relação de Métricas Funcionais

| Grupo Funcional | Métrica |
|----------------------------------|---|
| Administração/coordenação | Possui agenda |
| | Permite a criação de <i>bookmarks</i> |
| | Possui calendário |
| | Suporta múltiplos professores |
| | Possui ferramentas para estatísticas relacionadas ao ambiente |
| | Possui ferramentas para orientação da condução do curso |
| | Possui ferramentas para acompanhamento de aprendizagem |
| Avaliação | Possui ferramentas para aplicação de testes |
| | Possui ferramentas para correção automática de testes |
| | Possui ferramentas para monitorar ações de aprendizado |
| | Possui ferramentas para auto-avaliação |
| | Possui recursos para registro, armazenamento e administração de notas |
| Colaboração/Cooperação | Possui ferramentas para o trabalho em equipe |
| | Permite a criação de fóruns de discussão |
| | Possui recursos para videoconferência |
| | Possui área para apresentação de estudantes |
| | Possui recurso de Faq's (Frequently Asked Question) |
| Comunicação/interação | Possui correio interno |
| | Permite envio de e-mail (um para um) |
| | Permite envio de e-mail (um para vários) |
| | Possui chat |
| | Possui whiteboard |
| | Possui quadro de avisos |
| Construção | Permite anotações particulares no material de curso |
| | Disponibiliza editor HTML incluso no ambiente |
| | Possui corretor ortográfico |
| | Possui editor de imagens incluso no ambiente |
| | Possui editor de fórmulas |
| | Apresenta recursos para incorporação de arquivos sem necessidade de programação |

Quadro 6 - Relação de Métricas Funcionais

continuação

| Grupo Funcional | Métrica |
|-----------------|---|
| Didática | Possui técnicas para simulação |
| | Possui recursos específicos para trabalhos com projetos |
| | Possui recursos para integração de diferentes disciplinas |
| | Possui técnicas para montagem de jogos |
| Pesquisa | Possui máquina de busca |
| | Possui biblioteca de imagens pesquisáveis |
| | Possui recursos para gerar glossário |
| | Possui mecanismo para geração de biblioteca |

Em relação as características não funcionais, as métricas a elas relacionadas foram associadas às características e subcaracterísticas de qualidade definidas pela NBR13596 conforme apresentado no Quadro 7 - Relação de Métricas Não Funcionais a seguir.

As métricas associadas às características não funcionais pressupõem a determinação de valores para observação do desempenho do produto. Como esta proposta metodológica não trabalha em relação a uma situação concreta, os valores atribuídos quando se fizer necessário, serão neste caso referências genéricas. A determinação destes valores depende do objetivo de cada avaliador.

Estas métricas serão mensuradas através da verificação da existência no software dos recursos e desempenho por elas representados.

O levantamento das características não funcionais foi realizado gradativamente a partir de pesquisas diversas realizadas na internet, especificamente no site *Comparison of WBT Platforms*, disponível no endereço http://www.edutech.ch/edutech/tools/comparison_e.asp, 2002. A definição destas características obedeceu ainda a observações e práticas realizadas em laboratórios computacionais. Outra referência a este levantamento relaciona-se a Paula Filho, (2001).

Quadro 7 - Relação de Métricas Não Funcionais

| Características de qualidade | Subcaracterísticas | Métricas |
|------------------------------|---------------------|--|
| Funcionalidade | Adequação | Disponibiliza função para alteração de senha pelo usuário |
| | | Disponibiliza função para cadastro de alunos |
| | | Disponibiliza função para cadastro de professores |
| | | Disponibiliza função para configuração de ambiente |
| | | Disponibiliza função para permitir compartilhamento de dados |
| | Acurácia | Possibilita postura cooperativa |
| | | Permite ações conjuntas e coordenadas, por parte dos usuários |
| | | Possibilita estabelecimento de relações heterárquicas |
| | Interoperabilidade | É compatível com a tecnologia WEB |
| | | Permite a importação/utilização de arquivos para áudio (mp3 e real áudio) |
| | | Permite a importação/utilização de arquivos para vídeo (avi e <i>quick time</i>) |
| | | Permite a importação/utilização de arquivos de imagens (jpg, gif) |
| | Conformidade | Obedece ao padrão SCORM (Sharable Content Object Reference Model Initiative) |
| | Segurança de acesso | O acesso ao software só é permitido através de identificação e senha do usuário |
| | | Permite a visualização de grupos identificando usuários e administradores |
| | | Garante segurança de acesso por categorias (documentos, pastas, grupos de usuários, funções etc..) |
| | | Possibilita criptografia de dados |

Quadro 7 - Relação de Métricas Não Funcionais

continuação

| Características de qualidade | Subcaracterísticas | Métricas |
|---|----------------------------|--|
| Confiabilidade | Maturidade | Apresenta no máximo 1 falha em cada período de uma hora de processamento |
| | Tolerância a falhas | As ações dos usuários que podem provocar erros são previstas e inibidas |
| | | Apenas operações válidas são permitidas em todas as situações |
| | | Em situações potencialmente destrutivas a confirmação dos usuários é solicitada. |
| | Recuperabilidade | Disponibiliza mecanismos próprios para cancelar tarefas |
| | | Disponibiliza mecanismos próprios para refazer ações desfeitas |
| Existe mecanismo para finalizar uma aplicação em qualquer ponto | | |
| Usabilidade | Inteligibilidade | A posição dos elementos que compõem as telas é mantida de tela para tela |
| | | As colunas e linhas são alinhadas adequadamente |
| | | As opções de menu são agrupadas em grupos de itens relacionados entre si |
| | | As informações relacionadas são agrupadas |
| | | São utilizadas janelas diferentes para tarefas independentes |
| | | Em uma mesma tela são usadas no máximo três tipos e quatro tamanhos de fontes diferentes |
| | Apreensibilidade | Dispõe de um mapa de navegação |
| | | O produto apresenta <i>help on-line</i> |
| | | O produto apresenta <i>help</i> de contexto |
| | | Possui versão cliente do produto em língua portuguesa |
| | | Não exige conhecimento técnico dos usuários para participação nos cursos |
| | | Possui manuais de instalação, guias de referência e manuais para usuários em português |
| | Operacionalidade | Permite a interrupção de uma sessão de aprendizagem a qualquer hora |
| | | Permite a customização da aparência do produto pelo usuário final |
| | | Permite escolha da sequência do curso |
| | | Opera em modo menu e atalho |

Quadro 7 - Relação de Métricas Não Funcionais

continuação

| Características de qualidade | Subcaracterísticas | Métricas |
|--|--|--|
| Usabilidade | Operacionalidade | Oferece mensagens (textuais, auditivas) que facilitam a correção de erros operacionais |
| | | Apresenta ícones ou outros elementos para provocar alertas |
| Eficiência | Comportamento em relação ao tempo | Apresenta tempo de resposta máximo correspondente a 1 minuto para acesso ao sistema |
| | | Apresenta tempo de resposta máximo correspondente a 1 minuto para acesso a caixa de correio |
| | Comportamento em relação aos recursos | Requer área em disco no servidor correspondente aos valores compreendidos entre 3 a 6 Gb |
| | | Requer memória RAM do servidor entre 64Mb a 128 Mb |
| Manutenibilidade(*) | Analisabilidade | Quantificar o nível de dificuldade que o produto apresenta em termos de identificação de falhas ocorridas |
| | Modificabilidade | Quantificar o nível de dificuldade que o produto apresenta em relação à necessidade de se proceder a modificações e adequações. |
| | Estabilidade | Quantificar o nível de risco que o produto apresenta ao se proceder a modificações e adequações |
| | Testabilidade | Quantificar o nível de dificuldade que o produto apresenta ao se proceder a testes em relação às modificações e adequações efetuadas. |
| Portabilidade | Adaptabilidade | Permite trabalhar com aplicação <i>off-line</i> (cliente) |
| | | Permite impressão do curso ou parte do curso |
| | | Possibilita acesso via Netscape e Internet Explorer |
| | Capacidade para ser instalado | A instalação do produto pode ser conduzida pelo usuário final |
| | | Existe tutorial para conduzir a instalação do produto |
| | Conformidade | Suporta ODBC para conectividade com outros bancos de dados |
| | Capacidade para substituir | Esta subcaracterística depende e deverá ser trabalhada a partir da definição e características apresentadas pelo software que vai ser substituído pelo produto avaliado. |
| (*) - Esta característica está relacionada a aspectos internos e específicos dos produtos associados ao esforço dispendido no sentido de proceder às alterações e correções no software. | | |

Além da definição das métricas e características apresentadas esta metodologia sugere a associação das mesmas ao nível de importância que cada uma delas representa para o processo de avaliação. Esta informação determina que uma métrica pode ser identificada como essencial (E) quando seu cumprimento é considerado obrigatório, ou desejável (D), quando for importante para o ambiente mas não se constitui em característica obrigatória podendo ser considerada no caso de uma seleção de software como item classificatório em relação a outros produtos.

A outra informação a ser tratada refere-se a associação entre os participantes envolvidos com o processo de educação virtual e cada métrica identificada. Os envolvidos foram agrupados de acordo com sua atuação e papel no contexto dos ambientes virtuais de aprendizagem obedecendo ao seguinte padrão:

- **P** - representando professores, tutores, formadores
- **AL** - representando os alunos
- **AD** - representando os administradores e coordenadores do ambiente.

Estas associações propostas deverão ser agregadas a cada métrica e serão identificadas posteriormente na etapa 4 deste processo quando a avaliação será executada.

4.3.2.2. Fase 2 - Estabelecer níveis de pontuação para as métricas

Os requisitos de um produto de software podem ser medidos através de um mapeamento quantitativo das métricas para ele estabelecidas. Estas medidas podem ser trabalhadas através de variáveis diversas como categorias de satisfação apresentadas pelas métricas, notas e pesos atribuídos a cada métrica ou grupos de métricas, etc..

O uso de uma escala numérica fixa para as diversas medidas levantadas facilita o julgamento e avaliação do produto . Assim esta metodologia sugere a utilização de uma escala variando de 0 a 5 , inclusive para os cálculos realizados, o que neste caso pode ser obtido através de ponderações.

Esta metodologia propõe que a pontuação seja estabelecida da seguinte forma:

- **Definição de categorias**

Inicialmente, para efetuar o mapeamento quantitativo das métricas pode-se usar uma escala dividida em faixas ou categorias correspondentes aos diversos graus de satisfação dos requisitos. As escalas sugeridas são relativas pois dependem dos

objetivos do avaliador e podem ser determinadas através da denominação de uma categoria associada ao nível de atendimento que o produto oferece em relação à métrica ou característica proposta.

Esta metodologia sugere a criação de uma escala para medição dos requisitos estabelecida através da definição de cinco categorias de acordo com o Quadro 8 Categorias Métricas apresentada a seguir:

Quadro 8 - Categorias Métricas

| Categoria | Descrição |
|------------------|--|
| A | O produto atende a característica extrapolando os recursos |
| B | O produto atende a característica |
| C | O produto atende a característica parcialmente |
| D | O produto não atende a característica |
| E | Não aplicável |

- **Notas**

Para a contabilização das métricas pode-se associar a cada uma delas uma nota. Os valores correspondentes às notas devem estar relacionados a cada categoria definida .

Esta metodologia sugere que as notas atribuídas a cada métrica sejam determinadas pela combinação do tipo da métrica, que corresponde a sua importância para a avaliação, com a categoria a ela atribuída. Para efeito de levantamento destas notas sugere-se modelo apresentado através do Quadro 9 - Notas das Categorias, referenciado a seguir:

Quadro 9 - Notas das Categorias

| Categoria | Tipo | Nota |
|------------------|-------------|-------------|
| A | E | |
| A | D | |
| B | E | |
| B | D | |
| C | E | |
| C | D | |
| D | E | |
| D | D | |
| E | - | - |

É importante ressaltar que a determinação da escala referente aos valores das notas deve ficar a cargo do avaliador.

- **Pesos**

Pode-se também associar a cada métrica ou conjunto de métricas um peso correspondente a importância da métrica ou grupo de métricas para o processo de avaliação.

No caso da categoria de software estudado os pesos podem ser atribuídos levando-se em consideração a importância das funções e características associadas ao contexto dos ambientes virtuais de aprendizagem. Propõe-se ainda a definição de uma escala de valores correspondente a conceitos associados ao nível de importância que os grupos de funções e de características de qualidade representam no processo de avaliação.

No caso das características funcionais esta metodologia sugere que sejam atribuídos valores diferenciados relativos aos pesos, de acordo com propósitos do avaliador, a cada grupo de funções. Para apresentação destas informações sugere-se modelo apresentado através do Quadro 10 - Atribuição de Pesos - Características Funcionais, referenciado a seguir:

Quadro 10 - Atribuição de Pesos - Características Funcionais

| Características Funcionais | | |
|-----------------------------------|---------------------------|-------------|
| Grupo | Função | Peso |
| 1 | Administração/coordenação | |
| 2 | Avaliação | |
| 3 | Colaboração/Cooperação | |
| 4 | Comunicação | |
| 5 | Construção | |
| 6 | Didática | |
| 7 | Pesquisa | |

Para as características não funcionais os pesos podem ser atribuídos aos grupos de características de qualidade. Estas informações podem ser apresentadas através do modelo sugerido pelo Quadro 11 - Atribuição de Pesos - Características Não Funcionais, referenciado a seguir:

Quadro 11 - Atribuição de Pesos - Características Não Funcionais

| Características Não Funcionais | | |
|---------------------------------------|------------------------|-------------|
| Grupo | Características | Peso |
| 1 | Funcionalidade | |
| 2 | Confiabilidade | |
| 3 | Usabilidade | |
| 4 | Eficiência | |
| 5 | Manutenibilidade | |
| 6 | Portabilidade | |

Através desta fase torna-se possível estabelecer o nível de atendimento que um determinado requisito deve apresentar em relação à expectativa do avaliador. As informações definindo os níveis de pontuação a serem utilizados devem ser apresentadas nesta metodologia de avaliação através do Apêndice A no item 2.2. Os responsáveis pela definição e estabelecimento das pontuações a serem consideradas no processo de avaliação devem ser os componentes da equipe multidisciplinar envolvida com o projeto.

4.3.2.3. Fase 3 - Estabelecer critérios para julgamento

Através desta fase são estabelecidos critérios para execução de cálculos capazes de permitir a interpretação dos resultados das medições, que por sua vez vão permitir o julgamento da qualidade do produto.

O estabelecimento de critérios para julgamento é uma prerrogativa do avaliador.

Koscianski (1999), sugere que o estabelecimento destes critérios pode ser determinado através do cálculo de médias ponderadas usando os valores das métricas e os pesos das respectivas características e subcaracterísticas.

Obedecendo a esta orientação propõe-se que os critérios de julgamento sejam estabelecidos através do cálculo de médias, relativas aos resultados das medições, aplicadas aos dois níveis de características trabalhados, funcionais e não funcionais. Desta forma recomenda-se seja levantado o resultado de cada um destes níveis separadamente seguindo critérios propostos a seguir, e que o resultado final da avaliação seja representado pela média aritmética das notas correspondentes a estes dois níveis por julgar que o grau de importância dos mesmos nesta metodologia equivalem-se determinando a igualdade de pesos entre eles.

É importante ressaltar que a definição do método de cálculo dos resultados é uma sugestão desta proposta metodológica, o que não significa que tenha que ser adotado obrigatoriamente no processo.

4.3.2.3.1. Características Funcionais

Para proceder-se a contabilização dos valores atribuídos às métricas a serem avaliadas em relação às características funcionais esta metodologia propõe que inicialmente sejam levantados os totais de cada grupo de funções estabelecidas ou seja, administração/coordenação, avaliação, colaboração/cooperação, comunicação, construção, didática, pesquisa. Como cada um destes grupos de função pode apresentar importância diferenciada para o nível de características funcionais e por isto serem associados a pesos diferentes sugere-se em seguida ponderar os resultados antes de obter o resultado final do nível de características funcionais.

- **Totais dos grupos de funções :**

Estes totais correspondem às notas apresentadas por cada grupo de função calculadas através da média aritmética das notas atribuídas a cada métrica do grupo de acordo com a seguinte equação:

$$T_G = \frac{\sum (N_M)}{Q_M}$$

Onde T_G = Nota total do grupo de função

N_M = Nota concedida a cada métrica

Q_M = Quantidade de métricas avaliadas por grupo

- **Total do nível de características funcionais:**

Este cálculo deve ser realizado através do somatório das notas correspondentes aos totais de cada grupo de funções divididos pelo somatório dos pesos atribuídos a cada grupo, para efeito de ponderação.

Este cálculo é representado pela seguinte equação:

$$T_F = \frac{\sum (T_G \times P_G)}{\sum (P_G)}$$

Onde

T_F = Nota total do nível referente às características funcionais

T_G = Nota total de cada grupo de função

P_G = Peso atribuído a cada grupo de função

4.3.2.3.2. Características não funcionais

No caso das características não funcionais as métricas estão conjuntamente associadas a uma subcaracterística de qualidade. Estas subcaracterísticas por sua vez associam-se às características de qualidade às quais estão associados pesos diferenciados.

Para proceder-se a contabilização dos valores atribuídos as métricas relacionadas às características não funcionais esta metodologia propõe que inicialmente sejam levantados os totais de cada grupo de subcaracterísticas. Após estes cálculos estas notas devem ser ponderadas em relação ao grupo de características.

- **Totais dos grupos de subcaracterísticas :**

Para se obter notas para os grupos de subcaracterísticas calcula-se a média aritmética das notas atribuídas a cada métrica do grupo:

$$T_G = \frac{\sum (N_M)}{Q_M}$$

Onde T_G = Nota total do grupo de subcaracterística

N_M = Nota concedida a cada métrica

Q_M = Quantidade de métricas avaliadas por grupo de subcaracterística

- **Totais dos grupos de Características :**

Após o cálculo dos grupos de subcaracterísticas estas notas serão ponderadas em função do peso atribuído ao grupo de características não funcionais ao qual cada subcaracterística pertence, o que pode ser realizado através da seguinte equação:

$$TC_{NF} = \frac{\sum (T_G \times P_G)}{\sum (P_G)}$$

Onde

TC_{NF} = Nota total de cada grupo correspondente a uma característica não funcional

T_G = Nota total de cada grupo de subcaracterística

P_G = Peso atribuído a cada grupo de subcaracterística

- **Total do nível de características não funcionais:**

O cálculo do nível que representa as características não funcionais deve ser realizado também através do somatório das notas correspondentes aos totais de cada grupo de características que compõe este nível divididos pelo somatório dos pesos atribuídos a cada grupo que também compõe este nível. Este cálculo pode ser representado pela seguinte equação:

$$T_{NF} = \frac{\sum (T_G \times P_G)}{\sum (P_G)}$$

Onde

T_{NF} = Nota total do nível referente as características não funcionais

T_G = Nota total de cada grupo de características

P_G = Peso atribuído a cada grupo de características

4.3.2.3.3. Nota final da avaliação

Após o cálculo dos totais de cada nível pode-se extrair o valor total da avaliação que corresponderá à média aritmética das notas referentes aos níveis de características funcionais e não funcionais, que pode ser extraído através da seguinte equação:

$$A = \frac{T_F + T_{NF}}{2}$$

Onde :

A = Nota final da avaliação

T_F = Nota total do nível referente às características funcionais

T_{NF} = Nota total do nível referente às características não funcionais

Foi usada a média aritmética para cálculo da nota final por se considerar que os dois níveis de características trabalhados, funcionais e não funcionais apresentam a mesma importância para o processo de avaliação .

O valor da nota final que definirá a aprovação do produto vai depender do avaliador. Esta metodologia sugere, para efeito de padronização de valores, que o resultado final da avaliação deve acompanhar a atribuição de notas concedidas a cada métrica estabelecida no Quadro 9 - Notas das Categorias. Desta forma a nota que corresponder à combinação da categoria B (o produto atende a característica) com o Tipo D (característica desejável) será considerada a nota que definirá a aprovação do produto o que determina que a nota mínima corresponderá ao valor " dois". Esta nota permitirá concluir que o produto avaliado será considerando satisfatório para os padrões de qualidade previstos uma vez que ela se refere aos requisitos mínimos para o atendimento deste padrão.

Outro critério que pode ser observado na avaliação final corresponde ao não atendimento de uma métrica considerada essencial, que representa neste caso um requisito obrigatório e por esta razão deve obrigatoriamente ser atendido. Este resultado implica automaticamente na reprovação do produto.

Através desta fase espera-se estabelecer os critérios que vão permitir o julgamento do produto de software avaliado. Os envolvidos com a definição das notas e critérios são os participantes da equipe multidisciplinar que executa a avaliação, guiados pelos objetivos da mesma.

4.3.3. Etapa 3 - Projetar a avaliação

Esta etapa consiste em produzir o plano através do qual o processo de avaliação será conduzido descrevendo os métodos e o cronograma das ações do avaliador. Para execução da mesma podem ser utilizadas ferramentas de controle de projetos com as quais a organização que está executando a avaliação trabalha.

Na definição de cronogramas para a execução das etapas e suas respectivas fases devem ser estimados o prazo e o tempo necessário para execução da avaliação.

Através do planejamento podem ser apontados também todos os recursos humanos a serem envolvidos com o processo de avaliação, alocados a cada etapa e fase do processo. A definição e escolha da equipe que vai trabalhar no processo de avaliação é de grande importância para obtenção de sucesso na execução do mesmo. No caso dos produtos de software associados ao contexto educacional recomenda-se a formação de uma equipe interdisciplinar tendo como componentes pessoal envolvido com as diversas dimensões referenciadas na concepção de ambientes virtuais de aprendizagem.

Deve-se considerar também que para proceder-se à medição dos requisitos apresentados pelo produto a ser avaliado faz-se necessário planejar o estabelecimento da dimensão tecnológica através da qual será estruturado e configurado o ambiente e os softwares a serem utilizados na aplicação da avaliação.

Espera-se com esta etapa estabelecer condições e recursos para controlar o processo de avaliação e acompanhar o seu desenvolvimento. Os envolvidos com esta etapa são representados pelos participantes da equipe multidisciplinar.

A definição desta etapa deverá ser referenciada no Apêndice A, item 3.1.

4.3.4. Etapa 4 - Executar a avaliação

Esta etapa corresponde à realização das medições das características do produto, à comparação dos valores levantados com os critérios estabelecidos e o julgamento dos resultados e será apresentada no Apêndice A, item 4.

4.3.4.1. Fase 1 - Obter as medidas

Esta fase corresponde ao levantamento das medidas onde as métricas definidas serão mensuradas através da avaliação do produto de software. A execução desta fase deverá ser apresentada através do Apêndice 1, item 4.1. Para execução da mesma foi gerado um instrumento prático, representado por um conjunto de tabelas, cada uma delas relacionando as características, métricas e outras informações pertinentes ao processo de avaliação proposto tendo como objetivo facilitar o levantamento e pontuação das métricas possibilitando ainda a apresentação dos resultados de forma sistematizada. Estas tabelas são compostas por três sessões onde foram relacionadas as características e as métricas relacionadas aos quesitos que um produto voltado para a geração de ambientes virtuais de aprendizagem deve apresentar, além de outras informações

consideradas relevantes para o processo conforme Apêndice A, item 4.1 deste estudo.

- **Seção 1 - Características Gerais**

A primeira seção, denominada "Características Gerais", apresenta informações relacionadas ao produto, associadas principalmente à sua identificação. Nela deverão ser informados também os requisitos de hardware e software em relação aos quais o produto avaliado vai ser inspecionado.

- **Seção 2 – Características Funcionais**

A segunda seção é denominada "Características Funcionais" e corresponde ao levantamento das métricas associadas às funções e serviços apresentados pelo produto, serviços estes que deverão ser utilizados em benefício dos usuários. Nesta seção as métricas serão agrupadas em relação ao tipo de função a que pertencem.

- **Seção 3 – Características Não Funcionais**

A terceira seção é denominada "Características Não Funcionais" e corresponde ao levantamento das métricas associadas aos requisitos de desempenho requeridos para o produto, agrupados de acordo com as características de qualidade definidas pela NBR 13596.

Para cada métrica sugerida nas seções 2 e 3 foram associadas ainda as outras informações complementares sugeridas no item 4.3.2.1 - Selecionar métricas .

A primeira delas refere-se a importância que a métrica representa para o processo de avaliação, ou seja, se a característica que a métrica representa é considerada essencial (**E**) ou desejável (**D**) na concepção do produto. Esta informação deverá ser preenchida nas tabelas através do campo "Tipo".

A outra informação refere-se a indicação dos principais envolvidos no processo educacional com a métrica sugerida. No preenchimento deste campo nas tabelas, deverá ser selecionado o principal envolvido com cada métrica relacionada, **P** – para professor, tutor, formador; **AL** - aluno; **AD** – administrador . Estas informações podem permitir uma análise que indique que o produto tem enfoque em determinado tipo de participante. No caso da métrica não se relacionar diretamente com nenhum dos envolvidos estes campos não serão preenchidos e quando a métrica se associar especificamente à configuração do produto ela será associada

ao administrador. Esta fase apresenta características técnicas e deverá ser trabalhada pela equipe multidisciplinar .

4.3.4.2. Fase 2 - Comparar com critérios

Nesta fase a pontuação das métricas é comparada com os critérios pré-determinados que vão permitir o julgamento do software. Para executá-la faz-se necessário contabilizar e analisar as medidas levantadas de acordo com os critérios definidos na etapa 2 deste processo de avaliação.

Para julgamento do produto deve-se observar se a nota de avaliação mínima requerida para o produto, sugerida como "2" pela metodologia, foi alcançada. Deve-se observar também se todas as características consideradas essenciais foram contempladas.

Esta fase deverá ser trabalhada pela equipe multidisciplinar e espera-se que através dela seja possível verificar a qualidade do produto em relação ao propósito estabelecido para a avaliação.

Para execução desta etapa sugere-se a tabulação dos resultados através da totalização dos grupos funcionais e não funcionais o que pode ser realizado através da utilização das tabelas 1 e 2 apresentadas a seguir:

Tabela 1 - Totalização do Nível Funcional

| Características funcionais | | | |
|---|---------------------------|-------------|-------------|
| Grupo | Função | Peso | Nota |
| 1 | Administração/coordenação | | |
| 2 | Avaliação | | |
| 3 | Colaboração/Cooperação | | |
| 4 | Comunicação | | |
| 5 | Construção | | |
| 6 | Didática | | |
| 7 | Pesquisa | | |
| Nota total das características funcionais: | | | |

Tabela 2 - Totalização do Nível Não Funcional

| Características Não funcionais | | | |
|---|-------------------------------------|-------------|-------------|
| Grupo | Características de qualidade | Peso | Nota |
| 1 | Funcionalidade | | |
| 2 | Confiabilidade | | |
| 3 | Usabilidade | | |
| 4 | Eficiência | | |
| 5 | Manutenibilidade | | |
| 6 | Portabilidade | | |
| Nota total das características não funcionais: | | | |

Tabela 3 - Total da Avaliação

| |
|---------------------------------|
| Nota total da avaliação: |
|---------------------------------|

4.3.4.3. Fase 3 - Obter os resultados

Esta etapa finaliza o processo de avaliação. Nela deverão ser apresentados e discutidos os indicadores de qualidade do produto. Estes indicadores podem ser apresentados através de relatórios com a pontuação alcançada pelo produto, totalizada por métrica aplicada, por características requeridas, por grupos de características e fatores de qualidade e a nota final alcançada pelo produto.. Neste estudo, este relatório poderá ser apresentado pela análise dos indicadores fornecidos pelo documento definido através do Apêndice A que além de fornecer a documentação das medidas relativas às métricas fornece indicadores para análise do produto sob outras abordagens permitindo a geração de relatórios capazes de listar os problemas encontrados no software e apresentar propostas e sugestões de melhorias.

4.4. Considerações gerais

A implementação de uma metodologia para avaliação de software tem como objetivo facilitar a condução deste processo. No entanto deve-se levar em consideração que a aplicação de um método com este propósito deve ser baseada nos objetivos do avaliador que pode adapta-lo adequando-o às suas reais necessidades.

Neste estudo as orientações definidas pela norma ISO/IEC 14598 permitiram a geração de uma proposta metodológica associada a um processo de avaliação de software. A cada etapa e fase sugeridas pela norma foram associados métodos e técnicas no sentido de facilitar a condução do processo de avaliação de softwares voltados para a geração de ambientes virtuais de aprendizagem.

Foi possível perceber que a terceira etapa “Projetar a avaliação” proposta pela norma ISO/IEC 14598 apresenta incoerências em relação à seqüência sugerida para as etapas propostas. As duas etapas anteriores a ela, “Estabelecer requisitos da avaliação” e “Especificar a avaliação” exigem recursos que determinam a necessidade de planejamento anterior como a definição das equipes de trabalho, e dos recursos tecnológicos a serem utilizados. Uma vez que a etapa de planejamento está estabelecida como o terceiro passo do processo as etapas anteriores são executadas sem planejamento.

Cabe ressaltar no entanto que a definição do processo de avaliação associado a uma metodologia permite ordenar as atividades a serem realizadas e que as técnicas e métodos sugeridos constituem-se em um referencial prático e facilitador servindo de guia para as necessidades dos possíveis usuários deste método.

CAPÍTULO 5 - VERIFICAÇÃO PRÁTICA DA METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO

5.1. Introdução

Neste capítulo a metodologia proposta para conduzir o processo de avaliação de softwares voltados para geração de ambientes virtuais de aprendizagem terá sua aplicabilidade verificada através da avaliação de um produto de software. O produto a ser avaliado será o TelEduc, que consiste em um ambiente para a criação, participação e administração de cursos na WEB. É importante ressaltar que este estudo não tem como objetivo validar o software mas sim proceder a análise do processo de avaliação verificando a metodologia proposta.

A verificação prática da metodologia será realizada através da execução das etapas que irão conduzir o processo de avaliação. As etapas que apresentarem caráter descritivo e que obedecerem integralmente a proposta metodológica serão apresentadas nesta verificação através de referências relacionadas ao capítulo 4 onde são descritas.

Devido a limitações estruturais do ambiente tecnológico e ao escopo do trabalho algumas etapas, fases e características não serão trabalhadas nesta verificação.

5.2. O TelEduc

O produto TelEduc foi desenvolvido por pesquisadores do NIED - Núcleo de Informática Aplicada à Educação, da Unicamp e teve início em 1997. Foi concebido com o objetivo de atender ao processo de formação de professores para informática educativa. Seu desenvolvimento foi realizado de forma participativa, através do relato das necessidades dos usuários que permitiram projetar e depurar os recursos e ferramentas que hoje são disponibilizados pelo produto.

A concepção do TelEduc foi arquitetada através da disponibilização de atividades o que possibilita que o aprendizado de conceitos seja realizado a partir da resolução de problemas e a reflexão sobre os mesmos, subsidiados por diferentes materiais didáticos, disponibilizados através de recursos diversos oferecidos pelo ambiente o que caracteriza a presença da abordagem construtivista.

A escolha do TelEduc como software a ser testado na avaliação prática da metodologia proposta leva em consideração as características do produto consideradas suficientemente relevantes e abrangentes para permitir uma inspeção

técnica mais ampla. Além disto, o TelEduc foi desenvolvido por uma universidade brasileira, portanto é um software nacional, distribuído de forma gratuita uma vez que é considerado software livre.

5.3. Primeira Etapa - Estabelecer requisitos da avaliação

5.3.1. Fase 1 - Estabelecer o propósito da avaliação

O objetivo desta avaliação é verificar se o TelEduc, produto de software voltado para a geração de ambientes de virtuais de aprendizagem disponibiliza e suporta características funcionais e de desempenho capazes de atender as necessidades dos usuários deste contexto e conseqüentemente se constituir em um produto com padrão de qualidade requerida .

5.3.2. Fase 2 - Identificar tipos de produtos a serem avaliados

O tipo de software a ser avaliado está relacionado aos produtos que permitem a geração de cursos a distância concebidos como ambientes virtuais de aprendizagem. Este tipo de software pode ser descrito como um ambiente onde estão disponibilizados recursos e ferramentas para montagem, administração e acesso a cursos. Estes ambientes, constituem-se em um espaço virtual educativo e interativo baseado na WEB, organizados principalmente através da interação de conteúdos, realização de atividades de aprendizagem, e interação entre usuários.

Atualmente o mercado de software disponibiliza uma gama de produtos voltados para a criação de ambientes virtuais de aprendizagem para uso em educação à distância. Produtos como o AulaNet , *Blackboard* , *FirstClass* , *Learning Space* , TELEDUC , *TopClass* , WEBCT etc., apresentam-se como representantes desta categoria de software , disponibilizando cada um deles um conjunto de particularidades e características diferenciais, além de concepções pedagógicas e recursos tecnológicos específicos.

O Teleduc, indicado como um dos representantes desta categoria de software será avaliado em função de ser um produto nacional estando disponível em língua portuguesa, ser categorizado como software livre e apresentar ainda referências que traduzem os objetivos propostos para esta avaliação. Estas referências indicam que o produto apresenta características como a facilidade de uso por pessoas não especialistas em computação, flexibilidade quanto ao seu uso e um conjunto de funcionalidades voltadas para atender os ambientes educacionais de aprendizagem.

5.3.3. Fase 3 - Especificar modelo de qualidade

Os modelos de qualidade a serem usados nesta avaliação correspondem àqueles sugeridos pela metodologia utilizada na condução deste processo, relacionados no capítulo 4, item 4.3.1.3, deste estudo.

5.4. Segunda Etapa - Especificar a avaliação

5.4.1. Fase 1 - Selecionar métricas

As métricas a serem selecionadas para uma avaliação dependem dos objetivos da mesma.

Em relação às métricas funcionais todas as métricas sugeridas pela metodologia deverão ser verificadas uma vez que a natureza do software a ser avaliado, inserida em um contexto educacional, exige a disponibilização de múltiplos recursos capazes de atender às diversas dimensões envolvidas com o contexto em questão. Desta forma as métricas a serem testadas em relação às características funcionais correspondem a todas as métricas referenciadas no Capítulo 4 através do Quadro 6.

No caso das características não funcionais, algumas métricas propostas pela metodologia não serão avaliadas uma vez que exigem a estruturação de um ambiente tecnológico mais robusto e condições específicas relacionadas ao uso do software. Desta forma, do conjunto de métricas não funcionais apresentadas na proposta metodológica através do capítulo 4, Quadro 7, as métricas associadas à característica de manutenibilidade não serão testadas pois requerem uso continuado do produto de software. Também não serão testadas métricas associadas a subcaracterística “capacidade para substituir” uma vez que para sua avaliação seria necessário trabalhar com outro software para efeito comparativo o que não se constitui em propósito deste trabalho.

5.4.2. Fase 2 - Estabelecer níveis de pontuação para as métricas

Nesta verificação prática a pontuação será determinada a partir da proposta metodológica observando as variáveis categorias, notas e pesos.

- **Categorias**

Em relação às categorias, os níveis de pontuação determinados para esta avaliação serão equivalentes aos propostos pela metodologia, através do Quadro 8, que correspondem a determinação de um conjunto composto por cinco categorias conforme apresentado no quadro seguinte:

Quadro 12 - Avaliação do Produto TelEduc - Categorias Métricas

| Categoria | Descrição |
|------------------|--|
| A | O produto atende a característica extrapolando os recursos |
| B | O produto atende a característica |
| C | O produto atende a característica parcialmente |
| D | O produto não atende a característica |
| E | Não aplicável |

- **Notas**

Em relação às categorias, os níveis de pontuação determinados para esta avaliação serão equivalentes aos propostos pela metodologia.

As notas atribuídas às métricas nesta avaliação serão determinadas de forma equivalente às notas propostas pela metodologia, conforme apresentado na tabela abaixo. As notas foram definidas pela combinação do tipo da métrica com a categoria a ela atribuída e obedeceram uma escala de 0 a 5 conforme demonstrado na tabela seguinte.

Quadro 13- Avaliação do produto TelEduc - Notas das Categorias

| Categoria | Tipo | Nota |
|------------------|-------------|-------------|
| A | E | 5 |
| A | D | 4 |
| B | E | 3 |
| B | D | 2 |
| C | E | 0 |
| C | D | 1 |
| D | E | 0 |
| D | D | 0 |
| E | - | - |

- **Pesos**

Em relação aos pesos a escala de valores a eles associados correspondente ao nível de importância que representam foram definidas de acordo com os seguintes conceitos, apresentados no quadro a seguir:

**Quadro 14 - Avaliação do Produto TelEduc
Definição de Pesos**

| Nível de importância | Peso |
|-----------------------------|-------------|
| Muito alto | 5 |
| Alto | 4 |
| Médio | 3 |
| Baixo | 2 |
| Muito baixo | 1 |

Para as características funcionais os pesos foram atribuídos a cada grupo funcional sugerido. As funções de comunicação/interação e colaboração/cooperação receberam maior nível de importância no contexto trabalhado em função dos recursos a elas associados serem considerados essenciais para o trabalho educacional. A funcionalidade de coordenação/administração apresenta importância significativa no contexto em função das facilidades que podem agregar ao ambiente. Foram atribuídos pesos menores as outras funcionalidades uma vez que elas podem ser trabalhadas através de outros recursos não exigindo que o produto disponibilize necessariamente ferramentas que possam operacionalizá-las.

A distribuição dos pesos ficou determinada conforme quadro apresentado a seguir:

**Quadro 15 - Avaliação do produto TelEduc -
Atribuição de Pesos – Características Funcionais**

| Características Funcionais | | |
|-----------------------------------|---------------------------|-------------|
| Grupo | Função | Peso |
| 1 | Administração/coordenação | 4 |
| 2 | Avaliação | 2 |
| 3 | Colaboração/Cooperação | 5 |
| 4 | Comunicação/interação | 5 |
| 5 | Construção | 1 |
| 6 | Didática | 3 |
| 7 | Pesquisa | 1 |

Para as características não funcionais os pesos foram atribuídos aos grupos de características de qualidade. A característica de usabilidade foi considerada de maior peso em função da necessidade das respostas ergonômicas exigidas pelo contexto educacional. A eficiência e confiabilidade foram consideradas características significativas dentro do contexto em função da necessidade de respostas constantes e seguras do produto aos serviços solicitados. As outras características apesar de desejáveis não são obrigatoriamente necessárias para o trabalho com o ambiente estudado.

**Quadro 16 - Avaliação do Produto TelEduc
Atribuição de Pesos – Características Não Funcionais**

| Características Não Funcionais | | |
|---------------------------------------|------------------------|-------------|
| Grupo | Características | Peso |
| 1 | Funcionalidade | 4 |
| 2 | Confiabilidade | 3 |
| 3 | Usabilidade | 5 |
| 4 | Eficiência | 3 |
| 5 | Manutenibilidade | 1 |
| 6 | Portabilidade | 2 |

5.4.3. Fase 3 - Estabelecer critérios para julgamento

Os critérios estabelecidos para contabilização dos resultados e posterior julgamento do produto foram orientados pela metodologia proposta de acordo com a definição apresentada no capítulo 4, item 4.3.2.3. deste estudo.

Assim, os cálculos efetuados para definição das notas a serem atribuídas ao produto deverão ser realizados em função das equações sugeridas pela metodologia.

5.5. Etapa 3 - Projetar a avaliação

Esta etapa foi apresentada na metodologia como a etapa em que é feito o plano de trabalho da avaliação. Assim, através dela seriam levantados prazos, custos, o detalhamento e sequenciamento das tarefas a serem executadas, os recursos humanos e materiais a serem usados, assim como a definição do método a ser aplicado na execução da avaliação. Esta etapa está relacionada a um contexto mais gerencial do que técnico e extrapola em parte o escopo deste estudo.

Em função desta premissa, nesta verificação, a etapa relativa a projeção, apesar de fazer parte do processo não será executada, uma vez que requer práticas e ferramentas gerenciais que extrapolam o contexto estudado.

O método a ser utilizado para a verificação será orientado para o produto o que determina uma inspeção dos recursos do software sem necessidade do desenvolvimento de uma aplicação específica.

Vale ressaltar que para proceder-se à medição dos requisitos apresentados pelo produto a ser avaliado foi necessário planejar o estabelecimento da dimensão tecnológica através da qual foi estruturado e configurado o ambiente e os softwares a serem utilizados na aplicação da avaliação.

A plataforma tecnológica apresentada através do Quadro 16 a seguir foi estabelecida e configurada para instalação do TelEduc.

**Quadro 17 - Avaliação do Produto TelEduc
Plataforma de Avaliação**

| Servidor | |
|---|--|
| Hardware | Software |
| Processador Pentium II Memória RAM - 256 Mb Processador - AMD Duron 550 Mhertz Área em disco - 10 Gb | Sistema operacional - Red Hat Linux 8.0 Servidor WEB - Apache TelEduc versão 3.1.7 |
| Cliente | |
| Hardware | Software |
| Estações: Pentium II 128 Mb RAM Processador AMD Duron 550 Mhertz 10 Gb em disco | Sistema operacional - Windows 2000 Browser - Internet Explorer |

5.6. Etapa 4 - Executar a avaliação

As medições no produto serão efetuadas a partir da inspeção do produto TelEduc em sua versão 3.1.7.

5.6.1. Fase 1 - Obter as medidas

De acordo com a proposta metodológica a obtenção das medidas e informações associadas à avaliação do produto é apresentada através de três seções correspondentes ao mapeamento das características gerais, das características funcionais e das características não funcionais relativas ao produto verificado. Este mapeamento será trabalhado através de quadros e tabelas conforme proposto.

5.6.1.1. Seção 1 - Características Gerais

Em relação às características gerais foram levantadas as seguintes informações, apresentadas no quadro a seguir:

Quadro 18 - Avaliação do Produto TelEduc

Seção 1 – Características Gerais

| 1 - Características Gerais | | | |
|--------------------------------|----------------------------------|---|----------------------------|
| 1.1- Identificação do produto | | | |
| 1.1.1 | Nome do produto de software | TELEDUC | |
| 1.1.2 | Descrição do produto de software | <p>O TelEduc é um ambiente para a criação, participação e administração de cursos na WEB, gerado em módulo único.</p> <p>Foi concebido tendo como alvo o processo de formação de professores para informática educativa, baseado na metodologia de formação contextualizada desenvolvida por pesquisadores do NIED (Núcleo de Informática Aplicada à Educação) da Unicamp.</p> <p>O TelEduc é um software livre podendo ser redistribuído ou modificado sob os termos da GNU - <i>General Public License</i>, versão 2, como publicada pela <i>Free Software Foundation</i>.</p> | |
| 1.1.2 | Ano de lançamento | 1997 | |
| 1.1.3 | Versão atual | 3.1.7 | |
| 1.1.4 | Fabricante | Unicamp - Universidade Estadual de Campinas | |
| 1.1.5 | Nacionalidade | Brasileira | |
| 1.1.6 | Idiomas | Português, Inglês, Espanhol | |
| 1.1.7 | Endereço WEB | http://TelEduc.nied.unicamp.br/TelEduc/ | |
| 1.1.8 | Endereço de e-mail | curso@nied.unicamp.br | |
| 1.2- Identificação dos módulos | | | |
| 1.2.1 | Nome - Não se aplica | 1.2.2 | Descrição - Não se aplica |
| 1.3 - Requisitos de hardware | | | |
| 1.3.1 | Servidor | Área em disco - 4.5 GB | Memória RAM - 64 MB de RAM |
| | | Processador -- Pentium II 333 MHz | |
| 1.3.2 | Cliente | Área em disco - Não se aplica | Memória RAM -64 MB de RAM |
| | | Processador - Pentium | |
| 1.4 - Requisitos de Software | | | |
| 1.4.1 | Servidor | Sistema Operacional - LINUX | Linguagem: PHP |
| | | Servidor WEB - APACHE | Banco de dados -MYSQL |
| 1.4.2 | Cliente | Sistema Operacional -Windows 98 | |
| | | Browser - Internet Explorer 5.0 | |

O levantamento apresentado nesta seção apontou características de identificação do produto que permitiram concluir de forma geral, que o TelEduc já está no mercado há seis anos, sendo disponibilizado em várias línguas e trabalhado em um contexto de software livre. A plataforma tecnológica a ser utilizada para sua implantação e uso apresenta uma dimensão razoável em termos de capacidade requerida.

5.6.1.2. Seção 2 - Características Funcionais

Em relação às características funcionais foram avaliados todos os grupos definidos pela metodologia. As informações referentes às métricas de cada grupo foram analisadas e contabilizadas sendo apresentadas nas tabelas descritas a seguir. O total referente a cada grupo de função apresentado refere-se à média aritmética do grupo extraída através de equação definida na metodologia através do capítulo 4, item 4.3.2.3.1. A avaliação do nível funcional apresentou os seguintes resultados em relação a cada grupo de função:

· **Administração/Coordenação**

Através da avaliação deste grupo funcional foi possível verificar que as métricas requeridas em sua composição foram atendidas e que alguns recursos apresentaram funcionalidades além da expectativa. Todos os envolvidos com o processo educacional à distância, professores, alunos e administradores do ambiente foram contemplados com as funções apresentadas, de acordo com a pertinência. O grupo foi avaliado com a nota 2,17, obedecendo os critérios metodológicos propostos no capítulo 4, tópico 4.3.2.3.1, conforme os dados apresentados na Tabela 4 a seguir:

Tabela 4 - Avaliação do Produto TelEduc - Seção 2
Características Funcionais - Administração/Coordenação

| Métricas | | Tipo | Envolvidos | | | Categorias | | | | | Nota |
|---------------------------------------|---|------|------------|----|----|------------|---|---|---|---|----------------|
| | | | P | AL | AD | A | B | C | D | E | |
| 2.1- Administração/Coordenação | | | | | | | | | | | Peso: 4 |
| 2.1.1 | Possui agenda | D | X | X | | X | | | | | 4 |
| 2.1.2 | Permite a criação de <i>bookmarks</i> | D | | X | | | X | | | | 2 |
| 2.1.3 | Possui calendário | D | X | X | X | | | X | | | 1 |
| 2.1.4 | Suporta múltiplos professores | E | | | X | | X | | | | 2 |
| 2.1.5 | Possui ferramentas para estatísticas relacionadas ao ambiente | D | X | X | X | | X | | | | 2 |
| 2.1.6 | Possui ferramentas para orientação da condução do curso | D | X | | | | X | | | | 2 |
| Total | | | | | | | | | | | 2,17 |

Através da análise do produto foi possível verificar ainda que os requisitos funcionais associados à administração/coordenação foram disponibilizadas no TelEduc através das ferramentas Agenda e Dinâmica. A Agenda, além de fornecer os serviços usuais associados a uma agenda, permite também o armazenamento

de forma seqüencial de todas as agendas de um curso. A ferramenta Dinâmica permite que o professor formador/ apresente aos alunos o plano de condução do curso. As ferramentas de administração, que têm como objetivo apoiar o professor/formador no gerenciamento e coordenação da parte administrativa do curso permitem o gerenciamento de alunos e de formadores, de inscrições, datas de início e término de curso etc. Ainda neste grupo encontram-se as ferramentas que auxiliam o formador a verificar os acessos diários dos alunos ao ambiente, nas diferentes ferramentas disponíveis.

- Avaliação

A verificação deste grupo funcional indicou que o TelEduc não possui ferramentas específicas para atendê-lo. O processo de avaliação é proporcionado pelos trabalhos e tarefas incluídas no ambiente pelos alunos.

De acordo com as medidas apresentadas este grupo funcional não atendeu totalmente os requisitos solicitados. Algumas métricas não foram suportadas de acordo com expectativas determinando um aproveitamento inferior representado pela nota total 0,5 atribuída ao grupo, conforme demonstrado pelos resultados apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Avaliação do Produto TelEduc - Seção 2
Características Funcionais - Avaliação

| Métricas | | Tipo | Envolvidos | | | Categorias | | | | | Nota |
|-----------------------|---|------|------------|----|----|------------|---|---|---|---|----------------|
| | | | P | AL | AD | A | B | C | D | E | |
| 2.2- Avaliação | | | | | | | | | | | Peso: 2 |
| 2.2.1 | Possui ferramentas para acompanhamento de aprendizagem | D | X | | | | | X | | | 1 |
| 2.2.2 | Possui ferramentas para aplicação de testes | D | X | | | | | | X | | 0 |
| 2.2.3 | Possui ferramentas par correção automática de testes | D | X | | | | | | X | | 0 |
| 2.2.4 | Possui ferramentas para monitorar ações de aprendizado | D | X | | | | | X | | | 1 |
| 2.2.5 | Possui ferramentas para auto-avaliação | D | | X | | | | X | | | 1 |
| 2.2.6 | Possui recursos para registro, armazenamento e administração de notas | D | X | | X | | | | X | | 0 |
| Total | | | | | | | | | | | 0,5 |

A análise da funcionalidade permitiu verificar que o TelEduc disponibiliza para os alunos uma ferramenta denominada “Diário de Bordo” que se constitui em um local através do qual o aluno pode fazer uma reflexão a respeito do seu processo

de aprendizagem ao longo do curso. Esta ferramenta pode ser considerada uma ferramenta de auto-avaliação.

- Colaboração/Cooperação

A avaliação das métricas deste grupo permitiu concluir que os recursos para ele disponíveis atendem as métricas propostas, o que determinou um resultado positivo superando as expectativas requeridas, correspondente à nota 3,17. Este resultado extraído dos critérios metodológicos propostos no capítulo 4 tópico 4.3.2.3.1 é apresentado na Tabela 6 a seguir:

Tabela 6 - Avaliação do Produto TelEduc - Seção 2
Características Funcionais - Colaboração/Cooperação

| Métricas | | Tipo | Envolvidos | | | Categorias | | | | | Nota |
|------------------------------------|---|------|------------|----|----|------------|---|---|---|---|----------------|
| | | | P | AL | AD | A | B | C | D | E | |
| 2.3- Colaboração/Cooperação | | | | | | | | | | | Peso: 5 |
| 2.3.1 | Possui área de apresentação do estudante | D | | X | | X | | | | | 4 |
| 2.3.2 | Possui ferramentas para o trabalho em equipe | D | | X | | | X | | | | 2 |
| 2.3.3 | Permite compartilhamento de informações | E | X | X | | X | | | | | 5 |
| 2.3.4 | Possui ferramenta para fóruns de discussão | D | X | X | | X | | | | | 4 |
| 2.3.5 | Possui recurso de Faq´s (Frequently Asked Question) | D | X | X | | X | | | | | 4 |
| 2.3.6 | Possui recursos para videoconferência | D | X | X | | | | | X | | 0 |
| Total | | | | | | | | | | | 3,17 |

A análise do grupo funcional referente a colaboração/cooperação permitiu identificar no TelEduc a presença de um conjunto de recursos relacionados a ferramentas como grupos de discussão, portfólio e perfil.

O portfólio é um espaço no qual o aluno pode disponibilizar informações e seu objetivo é prover um mecanismo para o aluno apresentar ao grupo e/ou ao formador o resultado de seu trabalho podendo receber comentários e sugestões. Esta ferramenta apresenta recurso para definição e seleção do tipo de compartilhamento com os envolvidos no ambiente.

A ferramenta perfil é usada para o aluno se apresentar ao grupo de forma pessoal, disponibilizando inclusive fotos. Outro recurso de colaboração é disponibilizado através da opção de Perguntas Frequentes através do qual as dúvidas mais comuns são apresentadas e respondidas permitindo a todos os envolvidos tomarem conhecimento das mesmas.

Percebe-se que a funcionalidade colaboração/cooperação é tratada no ambiente TelEduc de forma autônoma sem a presença de regras fixas ou impostas o que permite negociações, sugerindo a presença de ambiente heterárquico. Este contexto favorece o exercício das cooperações e da convivência em grupo permitindo a obtenção do respeito mútuo entre os envolvidos o que possibilita a descentração de pontos de vistas, do próprio usuário para o outro possibilitando novos entendimentos da realidade.

- Comunicação/Interação

Os recursos disponíveis nesta funcionalidade apresentaram características que também ultrapassaram as expectativas requeridas, além de atender a todos os envolvidos com o processo educacional. Esta verificação permitiu uma avaliação positiva para o grupo funcional através da nota 3,17 conforme demonstrado na tabela 7 apresentada a seguir.

Tabela 7 - Avaliação do Produto TelEduc - Seção 2
Características Funcionais - Comunicação/Interação

| Métricas | | Tipo | Envolvidos | | | Categorias | | | | | Nota |
|------------------------------------|---|------|------------|----|----|------------|---|---|---|---|----------------|
| | | | P | AL | AD | A | B | C | D | E | |
| 2.4 - Comunicação/Interação | | | | | | | | | | | Peso: 5 |
| 2.4.1 | Possui correio interno | D | X | X | X | X | | | | | 4 |
| 2.4.2 | Permite envio de e-mail (um para um) | E | X | X | X | X | | | | | 5 |
| 2.4.3 | Permite envio de e-mail (um para vários) | D | X | X | X | X | | | | | 4 |
| 2.4.4 | Possui chat | D | X | X | | X | | | | | 4 |
| 2.4.5 | Possui whiteboard | D | X | X | | | | | X | | 0 |
| 2.4.6 | Possui quadro de avisos | D | X | X | X | | X | | | | 2 |
| Total | | | | | | | | | | | 3,17 |

A função de comunicação/interação é considerada um grupo de função relevante para o contexto trabalhado pois através dela o sujeito interage com o mundo construindo novos conhecimentos e se transformando, tornando-se mais ativo, sendo capaz de transformar a realidade que o cerca. O TelEduc, em relação a esta função buscou possibilitar interações diversas entre formadores e alunos disponibilizando ferramentas que permitem ampla comunicação entre os participantes do curso e maior visibilidade dos trabalhos desenvolvidos. Este conjunto de ferramentas de comunicação corresponde principalmente ao correio eletrônico, chat (bate papo) que são implementadas no mesmo formato daquelas

usualmente encontradas na Internet. Todas são internas ao ambiente, ou seja, para se ter acesso a elas é preciso estar conectado ao TelEduc. Observou-se ainda que a maioria das interações no ambiente TelEduc se dá através de texto como nos demais ambientes para educação a distância na WEB. Além destas ferramentas existe o mural que possibilita que recados gerais como avisos de eventos, *links* interessantes encontrados na Internet, possam ser anexados por qualquer participante do curso.

Para mapear a interação e a participação dos atores envolvidos em um curso o TelEduc disponibiliza também a ferramenta InterMap através da qual é possível verificar o nível de interação entre os participantes de um curso, através de várias formas de representação gráfica (grafo, gráficos de barra e código de cores).

- **Construção**

O TelEduc não disponibiliza ferramentas internas que permitam a construção de conteúdos como uma ferramenta de desenho, de edição html etc.. Esta conclusão de acordo com a avaliação executada confere ao produto a nota 1,17 conforme dados apresentados na tabela 8 a seguir, o que sugere que esta funcionalidade não é bem trabalhada no produto conforme definição da categoria de métricas proposta pela metodologia em verificação.

Tabela 8 - Avaliação do Produto TelEduc - Seção 2
Características Funcionais - Construção

| Métricas | | Tipo | Envolvidos | | | Categorias | | | | | Nota |
|------------------------|---|------|------------|----|----|------------|---|---|---|---|---------------|
| | | | P | AL | AD | A | B | C | D | E | |
| 2.5- Construção | | | | | | | | | | | Peso:1 |
| 2.5.1 | Permite anotações particulares no material de curso | D | X | X | | | | X | | | 2 |
| 2.5.2 | Disponibiliza editor HTML incluso no ambiente | D | X | X | | | | | X | | 0 |
| 2.5.3 | Possui editor de imagens incluso no ambiente | D | X | X | | | | | X | | 0 |
| 2.5.4 | Possui corretor ortográfico | D | X | X | | | | | X | | 0 |
| 2.5.5 | Possui editor de fórmulas | D | X | X | | | | | X | | 0 |
| 2.5.6 | Apresenta recursos para incorporação de arquivos sem necessidade de programação | E | X | X | X | X | | | | | 5 |
| Total | | | | | | | | | | | 1,17 |

A análise do produto permitiu verificar que para a função de construção o TelEduc disponibiliza ferramentas que servem de apoio à autoria, ou seja, aquelas que permitem ao formador transferir para o TelEduc todo o material didático que necessita inserindo conteúdos nas atividades oferecidas pelo ambiente. A

disponibilização de material sejam estes textos, planilhas, arquivos de vídeo, imagens etc. são enviados na forma de attachment.

- **Didática**

Em relação aos recursos didáticos o produto TelEduc trabalha com o conceito de atividades não disponibilizando ferramentas específicas para atender esta função. Esta avaliação conferiu a nota 0,25 ao grupo o que determina um resultado negativo para o contexto requerido conforme apresentado na tabela 9 a seguir:

Tabela 9 - Avaliação do Produto TelEduc - Seção 2
Características Funcionais - Didática

| Métricas | | Tipo | Envolvidos | | | Categorias | | | | | Nota |
|----------------------|---|------|------------|----|----|------------|---|---|---|---|---------------|
| | | | P | AL | AD | A | B | C | D | E | |
| 2.6- Didática | | | | | | | | | | | Peso:3 |
| 2.6.1 | Possui técnicas para simulações | D | X | | | | | | X | | 0 |
| 2.6.2 | Possui recursos específicos para trabalhos com projetos | D | X | | | | | | X | | 0 |
| 2.6.3 | Possui recursos para integração de diferentes disciplinas | D | X | | | | | X | | | 1 |
| 2.6.4 | Possui técnicas para montagem de jogos | D | X | | | | | | X | | 0 |
| 2.6.5 | | | | | | | | | | | |
| 2.6.6 | | | | | | | | | | | |
| Total | | | | | | | | | | | 0,25 |

Em relação aos recursos didáticos o produto trabalha com o conceito de atividades o que facilita a assimilação de conceitos a partir da resolução de problemas e a reflexão sobre os mesmos. Outros tipos de materiais didáticos são oferecidos através das opções referentes a “Material de Apoio” através da qual são disponibilizadas todo tipo de material vinculado à uma determinada atividade e “Leituras” através da qual são disponibilizadas textos e material bibliográfico geral do curso. A ferramenta “Parada Obrigatória” pode ser considerada também como um recurso didático sendo utilizada em momentos do curso onde o professor/formador tem necessidade de fazer um fechamento das principais idéias tratadas até então. Através desta ferramenta é possível explorar o conteúdo já visto até um determinado momento do curso, integrando atividades e leituras. Além destes recursos o produto não apresenta nenhuma outra ferramenta específica para a função definida como didática.

- Pesquisa

Em relação a função de pesquisa o TelEduc não disponibiliza recursos próprios e específicos . Esta avaliação determinou a atribuição da nota 0 (zero) a este grupo funcional conforme demonstrado na tabela a seguir:

Tabela 10 - Avaliação do Produto TelEduc - Seção 2
Características Funcionais - Pesquisa

| Métricas | | Tipo | Envolvidos | | | Categorias | | | | | Nota |
|----------------------|---|------|------------|----|----|------------|---|---|---|---|---------------|
| | | | P | AL | AD | A | B | C | D | E | |
| 2.7- Pesquisa | | | | | | | | | | | Peso:1 |
| 2.7.1 | Possui maquina de busca | D | X | X | | | | | X | | 0 |
| 2.7.2. | Possui biblioteca de imagens pesquisáveis | D | X | X | | | | | X | | 0 |
| 2.7.3 | Possui recursos para gerar glossário | D | X | X | | | | | X | | 0 |
| 2.7.4 | Possui mecanismo para geração de biblioteca virtual | D | X | X | | | | | X | | 0 |
| Total | | | | | | | | | | | 0 |

5.6.1.3. Seção 3 - Características Não Funcionais

Em relação ao nível não funcional os grupos de avaliação foram determinados pelas características de qualidade propostas pela NBR 13596. De acordo com as métricas selecionadas para esta avaliação nem todas as características e subcaracterísticas serão avaliadas.

Como cada característica é formada por grupos de subcaracterísticas serão mensuradas inicialmente as métricas relativas a cada grupo de subcaracterística e após os grupos de características.

As medidas relacionadas ao nível não funcional serão apresentadas a partir de tabelas apresentadas através das características não funcionais.

- Característica de qualidade: Funcionalidade

O grupo associado a característica de qualidade funcionalidade foi avaliado através das subcaracterísticas de adequação, acurácia, interoperabilidade, conformidade e segurança de acesso. Analisando as métricas referentes as subcaracterísticas verificadas foi possível concluir que as funcionalidades do produto são desempenhadas de forma adequada o que garante a esta característica um resultado positivo apresentado através da tabela 11 a seguir:

Tabela 11 - Avaliação do Produto TelEduc - Seção 3
Características Não Funcionais - Funcionalidade

| 3 - Funcionalidade | | | | | | | | | | Peso: 4 | |
|---------------------------------|---|-------------|-------------------|-----------|-----------|-------------------|----------|----------|----------|----------------|-------------|
| Métricas | | Tipo | Envolvidos | | | Categorias | | | | | Nota |
| | | | P | AL | AD | A | B | C | D | E | |
| 3.1- Adequação | | | | | | | | | | | |
| 3.1.1 | Disponibiliza função para alteração de senha pelo usuário | E | X | X | | | X | | | | 4 |
| 3.1.2 | Disponibiliza função para cadastro de alunos | D | | | X | | X | | | | 2 |
| 3.1.3 | Disponibiliza função para cadastro de professores | D | | | X | | X | | | | 2 |
| 3.1.4 | Disponibiliza função para configuração de ambiente | E | X | X | X | X | | | | | 5 |
| 3.1.5 | Disponibiliza função para permitir compartilhamento de dados | E | X | X | X | X | | | | | 5 |
| Total | | | | | | | | | | 3,6 | |
| 3.2 - Acurácia | | | | | | | | | | | |
| 3.2.1 | Possibilita postura cooperativa | E | X | X | | X | | | | | 5 |
| 3.2.2 | Permite ações conjuntas e coordenadas, por parte dos usuários | E | X | X | | X | | | | | 4 |
| 3.2.3 | Possibilita estabelecimento de relações heterárquicas | E | X | X | | X | | | | | 5 |
| Total | | | | | | | | | | 4,67 | |
| 3.3 - Interoperabilidade | | | | | | | | | | | |
| 3.3.1 | É compatível com a tecnologia WEB | E | | | | X | | | | | 5 |
| 3.3.2 | Permite a importação/utilização de arquivos para áudio (mp3 e real áudio) | D | X | X | X | | X | | | | 2 |
| 3.3.3 | Permite a importação/utilização de arquivos para vídeo (avi e quick time) | D | X | X | X | | X | | | | 2 |
| 3.3.4 | Permite a importação/utilização de arquivos de imagens (jpg, gif,) | D | X | X | X | | X | | | | 2 |
| Total | | | | | | | | | | 2,75 | |
| 3.4 - Conformidade | | | | | | | | | | | |
| 3.4.1 | Obedece ao padrão SCORM (Sharable Content Object Reference Model Initiative) ⁴ | D | | | | | | | X | | 0 |
| Total | | | | | | | | | | 0 | |
| 3.5- Segurança de Acesso | | | | | | | | | | | |
| 3.5.1 | O acesso só é permitido através de identificação e senha do usuário. | E | X | X | X | X | | | | | 5 |
| 3.5.2 | Permite a visualização de grupos identificando usuários e administradores | D | | | X | X | | | | | 5 |
| 3.5.3 | Garante segurança de acesso por categorias (documentos, pastas, grupos de usuários, funções etc | D | | | X | X | | | | | 5 |
| 3.5.4 | Possibilita criptografia de dados | D | | | X | | X | | | | 2 |
| Total | | | | | | | | | | 4,25 | |

- **Característica de qualidade: Usabilidade**

A característica de usabilidade foi avaliada através das subcaracterísticas de inteligibilidade, apreensibilidade e operacionalidade. Em relação a esta característica o TelEduc se apresentou como um produto que atendeu a todas as métricas requisitadas mesmo que parcialmente, o que confere lhe um nível razoável de qualidade conforme os resultados apresentados através da tabela 13.

Tabela 13 - Avaliação do Produto TelEduc - Seção 3
Características Não Funcionais - Usabilidade

| Usabilidade | | Peso: 5 | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|--|---------|------------|----|----|------------|---|---|---|---|-------------|---|
| Métricas | | Tipo | Envolvidos | | | Categorias | | | | | Nota | |
| | | | P | AL | AD | A | B | C | D | E | | |
| 5.1 - Inteligibilidade | | | | | | | | | | | | |
| 5.1.1 | A posição dos elementos que compõem as telas é mantida de tela para tela | D | X | X | X | | X | | | | | 2 |
| 5.1.2 | As colunas e linhas são alinhadas adequadamente | D | X | X | X | | X | | | | | 2 |
| 5.1.3 | As opções de menu são agrupadas em grupos de itens relacionados entre si | D | X | X | X | | X | | | | | 2 |
| 5.1.4 | As informações relacionadas são agrupadas | D | X | X | X | | X | | | | | 2 |
| 5.1.5 | São utilizadas janelas diferentes para tarefas independentes | D | X | X | X | | X | | | | | 2 |
| 5.1.6 | Em uma mesma tela são usadas no máximo três tipos e quatro de tamanhos e fontes diferentes | D | X | X | X | | X | | | | | 2 |
| Total | | | | | | | | | | | 2,0 | |
| 5.2 - Apreensibilidade | | | | | | | | | | | | |
| 5.2.1 | Dispõe de um mapa de navegação | D | X | X | X | | X | | | | | 2 |
| 5.2.2 | O produto apresenta <i>help on-line</i> | D | X | X | X | | X | | | | | 2 |
| 5.2.3 | O produto apresenta <i>help</i> de contexto | D | X | X | X | | | X | | | | 1 |
| 5.2.4 | Possui versão cliente do produto em língua portuguesa | E | X | X | | X | | | | | | 5 |
| 5.2.5 | Não exige conhecimento técnico dos usuários para participação nos cursos | D | X | X | | | X | | | | | 2 |
| 5.2.6 | Possui manuais de instalação, guias de referência e manuais para usuários em português | D | X | X | X | | | X | | | | 1 |
| Total | | | | | | | | | | | 2,17 | |
| 5.2 - Operacionalidade | | | | | | | | | | | | |
| 5.2.1 | Permite a interrupção de uma sessão de aprendizagem a qualquer hora | D | X | X | X | | X | | | | | 2 |
| 5.2.2 | Permite a customização da aparência do produto pelo usuário final | D | | X | | | | X | | | | 1 |
| 5.2.3 | Permite escolha da sequência do curso | D | | X | | | X | | | | | 2 |
| 5.2.4 | Opera em modo menu e atalho | D | | X | | | | X | | | | 1 |
| 5.2.5 | Oferece mensagens (textuais, auditivas) que facilitam a correção de erros operacionais | D | | X | | | X | | | | | 2 |
| 5.2.6 | Apresenta ícones para alertas | E | | X | | X | | | | | | 5 |
| Total | | | | | | | | | | | 2,17 | |

O produto mostrou-se bastante amigável, mantendo homogeneidade entre as telas e funções o que permite maior facilidade na aprendizagem e navegação pelo ambiente. O TelEduc oferece um padrão de *interface* para os cursos a serem montados. Através deste padrão a página de entrada dos cursos é dividida em duas partes. Na parte esquerda estão disponibilizadas as ferramentas que serão utilizadas durante a execução do curso, na parte direita é apresentado o conteúdo correspondente à ferramenta selecionada. Ao se acessar qualquer curso gerado pelo TelEduc é sempre apresentado o conteúdo da ferramenta “Agenda” que contém informações atualizadas, dicas ou sugestões dos formadores para os alunos. Esta página funciona como um canal de comunicação direto dos formadores com os alunos tendo como principal função organizar e situar o aluno no decorrer do curso indicando-lhe o que é esperado de seu desempenho. O conteúdo da Agenda é atualizado pelo formador de acordo com a dinâmica de curso e sua periodicidade depende dos propósitos e necessidades que forem aparecendo durante o curso.

- **Característica de qualidade: Eficiência**

O grupo associado à característica de qualidade eficiência foi avaliado através das subcaracterísticas de comportamento em relação ao tempo, comportamento em relação aos recursos. A eficiência do produto está diretamente relacionada à estrutura tecnológica instalada. Na verificação do comportamento do produto foi possível avaliar que os recursos de hardware e software requeridos para o ambiente não são complexos. O produto rodou plenamente em uma plataforma considerada de médio porte. Nos testes efetuados o tempo de resposta foi considerado muito bom, conforme resultados apresentados através da Tabela 14:

Tabela 14 - Avaliação do Produto TelEduc - Seção 3
Características Não Funcionais - Eficiência

| 6 - Eficiência | | | | | | | | | | Peso: 3 | |
|--|--|------|------------|----|----|------------|---|---|---|------------|------|
| Métricas | | Tipo | Envolvidos | | | Categorias | | | | | Nota |
| | | | P | AL | AD | A | B | C | D | E | |
| 6.1 - Comportamento em relação ao tempo | | | | | | | | | | | |
| 6.1.1 | Em condições normais de trabalho apresenta tempo de resposta máximo correspondente a 1 minuto para acesso ao sistema | D | | | X | | X | | | | 2 |
| 6.1.2 | Em condições normais de trabalho apresenta tempo de resposta máximo correspondente a 1 minuto para acesso a caixa de correio | D | | | X | | X | | | | 2 |
| Total | | | | | | | | | | 2,0 | |
| 6.2 - Comportamento em relação aos recursos | | | | | | | | | | | |
| 6.2.1 | Requer área em disco no servidor correspondente aos valores compreendidos entre 3 a 6 Gb | D | | | X | | X | | | | 2 |
| 6.2.2 | Requer memória RAM do servidor entre 64Mb a 128 Mb. | D | | | X | | X | | | | 2 |
| Total | | | | | | | | | | 2,0 | |

- **Característica de qualidade: Portabilidade**

O grupo associado à característica de qualidade portabilidade foi avaliado através das subcaracterísticas de adaptabilidade e capacidade para ser instalado.

O produto atendeu em parte as métricas definidas para estas subcaracterísticas trabalhando em plataformas diversas e apresentando algumas facilidades para sua instalação. No entanto a configuração do ambiente requer maiores conhecimentos do instalador e a documentação para este contexto é precária. A característica apresentou os seguintes resultados conforme tabela a seguir:

Tabela 15 - Avaliação do Produto TelEduc - Seção 3
Características Não Funcionais - Portabilidade

| 8 - Portabilidade | | | | | | | | | | Peso: 2 | |
|--|--|------|------------|----|----|------------|---|---|---|---------|------------|
| Métricas | | Tipo | Envolvidos | | | Categorias | | | | | Nota |
| | | | P | AL | AD | A | B | C | D | E | |
| 8.1 - Adaptabilidade | | | | | | | | | | | |
| 8.1.1 | Permite trabalhar com o curso ou parte do curso off-line, client | D | X | | | | X | | | | 2 |
| 8.1.2 | Permite impressão do curso ou parte do curso | D | X | | | | X | | | | 2 |
| 8.1.3 | É compatível com a plataforma (servidor) : Windows NT | D | | | X | | X | | | | 2 |
| 8.1.4 | É compatível com as plataformas cliente : Windows 98 | D | X | X | | | X | | | | 2 |
| | Total | | | | | | | | | | 2 |
| 8.2 - Capacidade para ser instalado | | | | | | | | | | | |
| 8.2.1 | A instalação do produto pode ser conduzida pelo usuário final | D | | | X | | | X | | | 0 |
| 8.2.2 | Existe tutorial para instalação | D | | | X | | X | | | | 1 |
| | Total | | | | | | | | | | 0,5 |

Quanto a portabilidade foi observado que o produto pode interagir com outros ambientes. Em relação aos browsers o produto pode ser acessado tanto pelo Netscape quanto pelo Internet Explorer. O TelEduc foi gerado inicialmente para a plataforma Linux mas atualmente já está sendo disponibilizada versão para o Windows.

O produto pode sofrer adaptações e seu funcionamento pode ser adequado às necessidades dos envolvidos com os cursos. Cada curso no TelEduc pode utilizar um subconjunto qualquer das ferramentas oferecidas pelo ambiente. Assim, pode acontecer de em um determinado momento do curso algumas ferramentas não estarem disponíveis o que vai depender da dinâmica do formador.

5.6.2. Fase 2 - Comparar com critérios

De acordo com os critérios propostos pela metodologia para cálculo das notas, apresentados no capítulo 4, item 4.3.2.3, foram totalizadas os dois níveis trabalhados, o de características funcionais e o de características não funcionais.

Aplicando o critério sugerida no capítulo 4, tópico 4.3.2.3.1 para cálculo do total do nível de características funcionais foi extraído o resultado relacionado a seguir através da Tabela 16 que obedece o modelo sugerido na metodologia para apresentação dos resultados. Em relação às características funcionais o TELEDUC apresentou os seguintes resultados:

**Tabela 16 - Avaliação do produto TelEduc
- Totalização do Nível Funcional**

| Características funcionais | | | |
|--|---------------------------|-------------|-------------|
| Grupo | Função | Peso | Nota |
| 1 | Administração/coordenação | 4 | 2,17 |
| 2 | Avaliação | 2 | 0,5 |
| 3 | Colaboração/Cooperação | 5 | 3,17 |
| 4 | Comunicação/Interação | 5 | 3,17 |
| 5 | Construção | 1 | 1,16 |
| 6 | Didática | 3 | 0,25 |
| 7 | Pesquisa | 1 | 0 |
| Nota total das características funcionais: 2,06 | | | |

Para totalização do nível correspondente às características não funcionais foi aplicada a equação sugerida no capítulo 4, tópico 4.3.2.3.2. O resultado apresentado, relacionado a seguir através da Tabela 17 obedece modelo sugerido na metodologia para apresentação destes totais. Para este nível o TELEDUC apresentou os seguintes resultados:

**Tabela 17 - Avaliação do produto TelEduc
- Totalização do Nível Não Funcional**

| Características Não funcionais | | | |
|---|-------------------------------------|-------------|-------------|
| Grupo | Características de qualidade | Peso | Nota |
| 1 | Funcionalidade | 4 | 3,05 |
| 2 | Confiabilidade | 3 | 1,89 |
| 3 | Usabilidade | 5 | 2,11 |
| 4 | Eficiência | 3 | 2 |
| 5 | Manutenibilidade | 1 | - |
| 6 | Portabilidade | 2 | 1,25 |
| Nota total das características não funcionais : 2,17 | | | |

A nota que totaliza a avaliação final é levantada a partir da média aritmética entre os dois níveis trabalhados, apresentada através da Tabela 18 conforme propõe a metodologia.

**Tabela 18 - Avaliação do produto TelEduc
- Totalização da Avaliação**

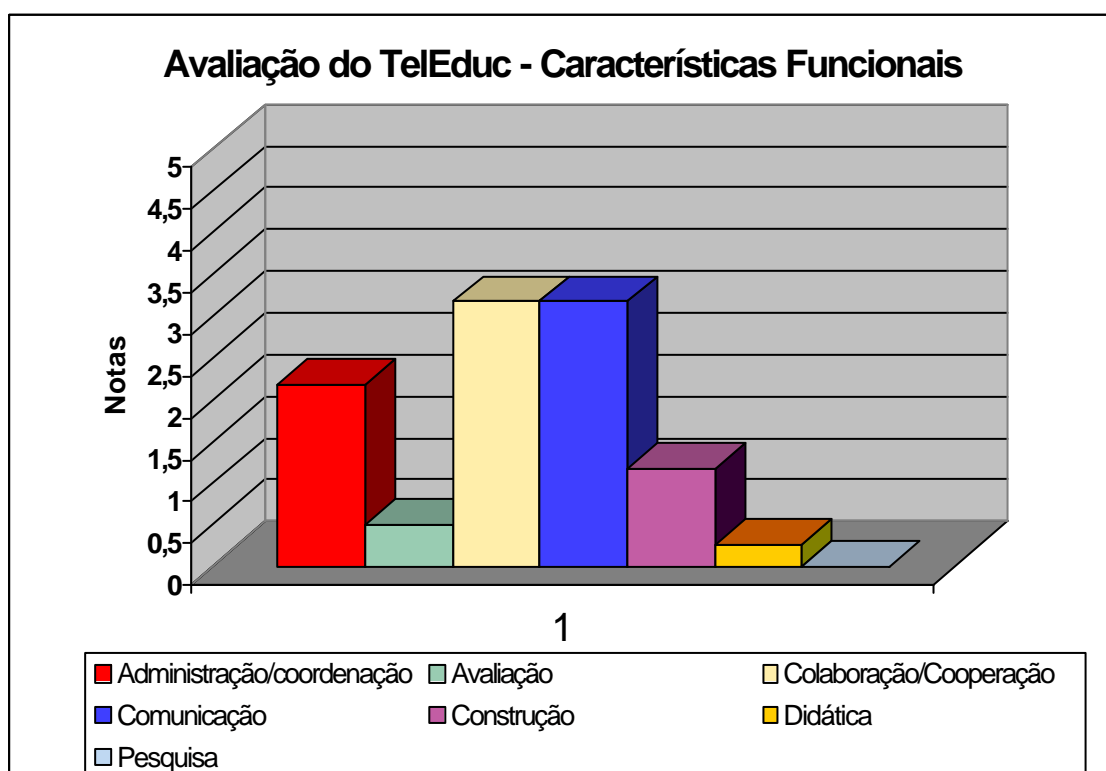
Nota total da avaliação : 2,12

5.6.3. Fase 3 - Obter os resultados

Em função da nota recebida, **2,12**, o TelEduc foi aprovado em relação ao objetivo da avaliação. O produto é considerado um software que apresenta um bom nível de qualidade uma vez que o resultado final de sua avaliação indica que ele atendeu às características consideradas essenciais de acordo com expectativas do avaliador. Além disto foram identificadas no produto a presença de características relevantes que embora não consideradas essenciais indicam que o software trata de forma satisfatória a quase todas as dimensões projetadas na concepção de produtos da categoria de software estudada conforme sugerido pela metodologia apresentada.

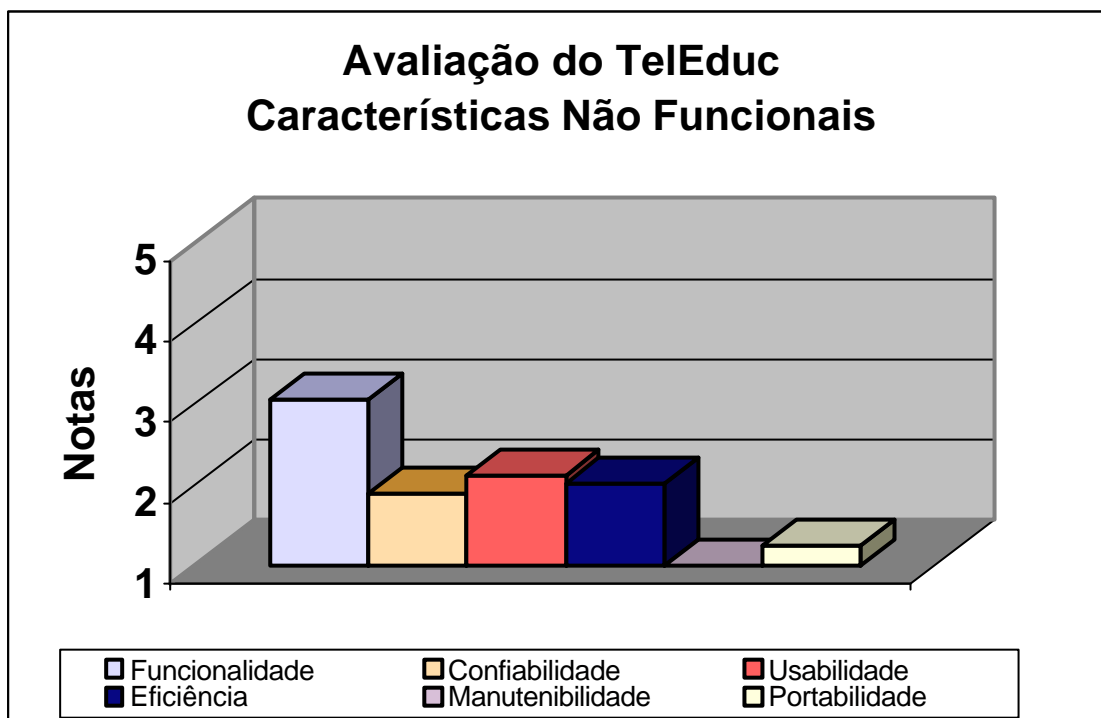
A avaliação das características funcionais do produto permitiu extrair o seguinte resultado gráfico apresentado através da Figura 3.

Figura 3 - Avaliação do TeLEDUC - Características Funcionais



A avaliação das características não funcionais do produto permitiu extrair o seguinte resultado gráfico:

Figura 4 - Avaliação do TelEDUC - Características Não Funcionais



Resumindo, o TelEduc apresentou vários pontos positivos em relação aos requisitos pesquisados. Os recursos de comunicação/interação, colaboração/comunicação assim como a usabilidade podem ser considerados pontos fortes do produto.

5.7. Considerações gerais

Ao se proceder a análise do processo de avaliação e a verificação da metodologia proposta ficou evidenciado que as práticas sugeridas auxiliaram bastante o trabalho realizado.

A sistematização do processo de avaliação utilizando ferramentas e técnicas adequadas, pré-definidas e analisadas permitiu a racionalização do processo e consequentemente possibilitou maior rapidez e precisão nos resultados alcançados.

Ficou claro que a análise dos aspectos não funcionais deve ser tratada de forma especial uma vez que requer o estabelecimento e a configuração de ambientes tecnológicos capazes de permitirem a verificação dos produtos a serem avaliados.

De uma forma geral conclui-se que a verificação realizada permitiu reconhecer a importância do trabalho realizado validando sua utilização.

CAPÍTULO 6 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

6.1. Introdução

Diante de inúmeros materiais educativos informatizados torna-se cada vez mais difícil identificar se estes produtos realmente agregam valor ao aprendizado, se representam ferramentas didático-pedagógicas, se levam em consideração as necessidades e características dos envolvidos nos processos educacionais, e se apresentam aspectos de qualidade. Para responder a estes questionamentos nada mais indicado do que a aplicação de um processo de avaliação.

Maçada (1998), afirma:

É difícil encontrar um amplo e sistematizado quadro teórico para orientar um projeto em avaliação de software educacional e que uma solução proposta para essa problemática é buscar na interdisciplinaridade da ergonomia, em especial na ergonomia de software, e no universo da pesquisa pedagógica, estratégias de concepção e avaliação de programas educacionais informatizados.

Esta dissertação teve como objetivo a proposta de montagem de uma metodologia para avaliação de produtos de software referentes à geração de ambientes virtuais de aprendizagem.

A metodologia de avaliação proposta foi construída baseando-se nos pressupostos identificados e apresentados na revisão bibliográfica, que ofereceram contribuições e orientações metodológicas essenciais à sistematização e geração da proposta em questão.

Através deste trabalho foi possível observar que existe realmente uma grande complexidade em se construir processos com este objetivo uma vez que a projeção de um software voltado para a área educacional passa necessariamente por um processo multidisciplinar conjugando todos os segmentos envolvidos na concepção destes produtos, exigindo dos participantes no processo de avaliação a execução de tarefas e estratégias específicas. Na avaliação destes produtos pressupõem-se a necessidade de cuidados especiais que devem ser observados e medidos tanto por educadores, responsáveis pelos atributos pedagógicos, quanto por projetistas de software responsáveis pelos recursos tecnológicos, profissionais que trabalhando integrados podem verificar de forma conjunta a qualidade oferecida por produtos voltados para este contexto.

Visando cumprir o objetivo geral proposto trabalhou-se com um modelo de qualidade definido pelas normas ISO/IEC14598 e NBR13596. Em busca de uma abordagem multidisciplinar, procurou-se na metodologia apresentada, construir um universo abrangente apresentando características consideradas relevantes para um processo de avaliação de softwares educacionais, capazes de integrar os aspectos ergonômicos, tecnológicos, funcionais e pedagógicos, procurando assim, auxiliar tanto projetistas como educadores, na concepção, avaliação e utilização destes produtos.

A estratégia básica utilizada na construção da metodologia que serviu para embasar a etapa 2 do processo metodológico proposto foi levantar os requisitos relacionados às dimensões pedagógica, ergonômica, funcional e tecnológica inerentes e desejáveis na concepção de ambientes virtuais de aprendizagem. Os requisitos e métricas apontadas no modelo apresentam caráter genérico, servindo de referencial para aqueles que buscam sistematizar um processo de avaliação neste contexto.

Em relação à composição da metodologia foram observadas dificuldades no que se refere ao levantamento dos requisitos não funcionais pois estes requisitos tratam do desempenho das funções oferecidas pelo produto em situações específicas levantadas através dos objetivos e necessidades do avaliador.

Ficou evidente que a sistematização do processo de avaliação facilita e agiliza de forma relevante a aplicação do mesmo, permitindo além da avaliação a comparação entre produtos, colaborando desta forma para a tomada de decisões no que diz respeito a seleção e adoção de um software em função de sua qualidade.

Quanto aos objetivos específicos pode-se considerar que foram alcançados. A pesquisa de modelos de avaliação de produtos de software com ênfase na qualidade do produto assim como a vasta revisão bibliográfica a respeito do assunto estudado permitiram a criação de um acervo de informações que nortearam esta pesquisa facilitando o delineamento da mesma.

No que se refere a verificação da metodologia considerada também um dos objetivos específicos deste trabalho, foi gerada e instalada toda uma estrutura capaz de suportar a análise do software a ser avaliado, através da qual foram quantificadas e testadas as métricas propostas pelo método. A aplicação da metodologia para efeito de verificação prática permitiu verificar que ela atende de forma básica a um processo de avaliação relacionado ao tipo de software estudado.

A definição de requisitos e métricas desejáveis para avaliação de produtos de software voltados para a geração de ambientes virtuais de aprendizagem, outro objetivo específico, foi realizada através de extensa pesquisa, o que favoreceu o conhecimento em relação ao contexto estudado possibilitando ainda a associação destes requisitos em grupos relacionados às funções e características do tipo de produto. Esta definição ofereceu uma visão detalhada do ambiente estudado.

É importante ressaltar que existem diversas abordagens e metodologias para avaliação da qualidade de software educacional que apesar de não terem sido descritas ou citadas neste trabalho, igualmente agregam sua contribuição à reflexão sobre este tema e ajudam na construção de novas propostas e ferramentas para a avaliação desses produtos.

Foi possível perceber também que este estudo, indiretamente, possibilitou enfatizar a necessidade de melhoria na qualidade dos produtos de software especialmente na área da educação.

Uma outra conclusão derivada e extraída deste trabalho permitiu reconhecer que um ambiente virtual de aprendizagem é um valioso instrumento para a educação a distância via Internet. Ele facilita a construção do conhecimento através da interação dos envolvidos no processo educacional possibilitando discussões e troca de idéias, propostas, informações, dúvidas e questionamentos através das quais os participantes podem confrontar seus pontos de vista.

Além destas conclusões pode-se notar que a aplicação de um processo de avaliação através de um método sistematizado pode gerar produtos diversos trazendo para os avaliadores resultados positivos através da adoção de ações de melhorias resultantes da percepção de problemas detectados na avaliação, da disseminação de conceitos de qualidade, do aumento da capacidade de validação do produto de terceiros e ainda do aprimoramento e consolidação do processo de avaliação. Observou-se também que os resultados da aplicação da metodologia proposta poderão embasar o processo de avaliações de outras categorias de produtos de software.

6.2. Sugestões e recomendações

Os conhecimentos teóricos e práticos extraídos e produzidos a partir deste estudo representam um protótipo para a sistematização de um processo de avaliação. Mais do que a definição absoluta de requisitos e parâmetros o que se levou em

consideração foi o processo sistêmico de geração da metodologia, uma vez que esta pesquisa não teve como objetivo precisar todos os parâmetros e requisitos que determinam a concepção de um ambiente virtual de aprendizagem e nem mesmo tirar conclusões definitivas acerca de um tema tão complexo.

Torna-se necessário aprofundar o tema nos aspectos da ergonomia, da pedagogia, da psicologia cognitiva, da engenharia de software, da informática educativa, da educação tecnológica e outros conhecimentos afins relacionados a otimização e incorporação do uso das redes de computadores no âmbito da educação tecnológica.

A metodologia produzida visou a qualidade do produto final mas não se ateve a qualidade do processo de desenvolvimento do produto, uma vez que este tema apesar de referenciado estava fora do escopo proposto.

Assim, outros estudos deverão dar continuidade a este trabalho, procurando ampliar o nível de conhecimento que este assunto requer, complementando a proposta de qualidade de um produto e também adequando-se às necessidades e objetivos dos possíveis avaliadores que por acaso venham trabalhar com a metodologia sugerida.

Propõe-se a seguir algumas questões e idéias para trabalhos futuros:

- ◆ Desenvolvimento de uma metodologia para avaliação de processos de desenvolvimento de software relacionados à geração de ambientes virtuais de aprendizagem.
- ◆ Avaliação dos produtos de software para geração de ambientes virtuais de aprendizagem através de sua qualidade em uso partindo de análises do trabalho docente e discente com ambientes informatizados.
- ◆ Realização de outras pesquisas e estudos relacionados à concepção dos ambientes virtuais de aprendizagem no sentido de identificar novos requisitos e características desejáveis na geração destes produtos.

Procurou-se neste trabalho sinalizar para a necessidade da realização de avaliações sistemáticas da qualidade e dos efeitos do software educacional. É preciso que a avaliação dos softwares se torne uma prática comum nas instituições de ensino. Esta avaliação deve ser feita por uma equipe de especialistas, com base em critérios selecionados que possam garantir que estes produtos cumpram satisfatoriamente sua tarefa como ferramenta de apoio a aprendizagem observando as dimensões pedagógicas, ergonômicas, tecnológicas e funcionais.

Este trabalho procurou também enfatizar o alerta já levantado por outros autores, para a necessidade de se observar a qualidade em software. Buscou-se observar e provocar uma reflexão maior em relação à utilização dos recursos das redes telemáticas no âmbito da educação, apontando para a necessidade de se averiguar de maneira mais concreta e objetiva a qualificação de produtos de software.

Bibliografia

BARROS, L. A. **Suporte a Ambientes Distribuídos para Aprendizagem Cooperativa**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 1994. 208p.

BEGOÑA, G.; SPECTOR, J.M. **Evaluating automated instructional design systems: A complex problem**. *Educational Technology*, New Jersey, v. 34, n. 5, p. 37-46, 1994.

BOOCH, Grady. **Object-Oriented Analysis and Design with Applications.**, Redwood City, Calif.: Benjamin/Cummings Publishing Company Inc., 1991.

CAMPOS, G.H.B.; SILVA, B. **Avaliação de softwares**, 1999. Disponível em: http://www.logon.com.br/edulink/avaliacao_de_software.htm. Acesso em: fevereiro 2002.

CHAVES, Eduardo O C. **A Avaliação de Software para EAD via Internet: Algumas Considerações Preliminares**, 2002 a . Disponível em: <http://www.edutec.net/Textos/Self/EDTECH/softEAD.htm>. Acesso em: julho de 2002.

CHAVES, Eduardo O C. **Tecnologia na Educação**, 2002 b. Disponível em: <http://www.chaves.com.br/TEXTSELF/EDTECH/tecned2.htm#I.Tecnologia>. Acesso em: novembro de 2002.

COLEMAN, Derek et al. **Object-Oriented Development: The Fusion Method**. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J., 1994.

CUNHA FILHO, P. C., NEVES, A. M. e PINTO, R. C. **O Projeto Virtus e a Construção de Ambientes Virtuais de Estudo Cooperativo**. In: MAIA, C. (org.). *Ead.br: educação a distância no Brasil na era da Internet*. São Paulo: Anhembi Morumbi, 2000.

DAVIN, Adriano; KAMINSKI, Fernando Celso; ACHCAR, Rafael Quadros. **Métricas, o que são e para que servem**, 2001. Disponível em <http://www.nupes.cefetpr.br/davin.pdf>. Acesso em: outubro de 2002.

ECHEITA, G.; Martin, E. **Interacao Social e Aprendizagem** in: Coll, Cesar e outros. **Desenvolvimento Psicologico e Educaçao**, vol 3, Porto Alegre, Artes Medicas, 1995.

FARIA, Rosana de Melo. **Uma metodologia orientada a objetos descrita recursivamente via orientaçao a objetos**. Belo Horizonte, 1998. Dissertaçao (Mestrado) - Escola de Governo de Minas Gerais da Fundaçao Joao Pinheiro .

FARLEY, Richard E. **Software Engineering Concepts**. McGraw-Hill, 1985.

FENTON, Norman E. **Software Metrics: A Rigorous and Practical Approach**. PWS Publishing Company, 1995. Disponivel em <http://www.metrics.com.br/M-Fenton.htm>. Acesso em setembro de 2002.

FERNANDES, Rosane Antunes; VOSTOUPAL, Tania Mara. **Avaliaçao de produto de software: as aplicaçoes na NBR 13596 (ISO9126) na CELEPAR**, 2001. Disponivel em <http://www.pr.gov.br/celepar/celepar/batebyte/edicoes/1997/bb62/> . Acesso em: dezembro de 2001.

FERREIRA, S. **Ambiente para Aprendizagem Colaborativa de Computaçao Basica e Programaçao**. Campus Global-PUCRS. 1998. Disponivel em <http://terra.cglobal.pucrs.br/ensino>. Acesso em abril de 2002.

FLEMMING, Diva Marilia; LUZ, Elisa Flemming; LUZ, Renato Andre. **Monitorias e Tutorias: Um Trabalho Cooperativo na Educaçao a Distancia** 2001. Disponivel em <http://www.abed.org.br/texto34.htm>. Acesso em: maio de 2002.

FRANÇA, G. **Curso de preparaçao de monitores para a educaçao a distancia**. São Paulo: Rede Brasileira de EAD LTDA, 2000.

GOMES, Nelma da Silva. **Qualidade de Software - Uma necessidade**, 2002. Disponivel em http://www.esaf.fazenda.gov.br/cst/arquivos/Qualidade_de_Soft.pdf. Acesso em: novembro de 2002.

ISO/IEC 14598-1, *Internacional Standard. Information Technology – Software Product Evaluation – Part 1: General Overview*, 1998.

ISO/IEC 14598-5, *Internacional Standard. Information Technology – Software Product Evaluation – Part 5: Process for Evaluators*, 1998.

ISO/IEC 14598-6, *Internacional Standard. Information Technology – Software Product Evaluation – Part 6: Evaluation Modules*, 1998.

ISO/IEC 9126-1, *Internacional Standard. Information Technology – Software Product Quality – Part 1: Quality Model*, 1998.

ISO/IEC 9126-2, *Internacional Standard. Information Technology – Software Product Quality – Part 2: External Metrics*, 1998.

ISO/IEC 9126-3, *Internacional Standard. Information Technology – Software Product Quality – Part 3: Internal Metrics*, 1998.

KEEGAN, **Foundations of distance education**. 2a.ed. Londres: Routledge, 1999.

KOTLER, Philip. **Marketing Edição Compacta**. São Paulo Editora Atlas S/A 1986 - páginas 31-32 .

KOTLER, Philip. **Administração de Marketing: Análise, planejamento e controle**. São Paulo, Editora Atlas S/A 1978 - paginas 564. Tradução de Meyer Stilman e Danilo A. Nogueira.15.

KOSCIANSKI, André; VILLAS-BOAS, André; RÊGO, Claudete M., “et al.”. **Guia para Utilização das Normas sobre Avaliação de Qualidade de Produto de Software – ISO/IEC 9126 e ISO/IEC 14598**, 1999. Disponível em <http://www.pr.gov.br/abntsoftware/publica.html>. Acesso em:12 de maio de 2001.

LUCENA, Marisa. **Diretrizes para a capacitação do professor na área de tecnologia educacional: critérios para a avaliação de software educacional**,

1998. IV Congresso RIBIE, Brasília, 1998. Disponível em <http://www.infosoft.softex.br/~projead/rv/softqual.htm> . Acesso em: julho de 2002.

MAÇADA, Debora Laurino; TIJIBOY, Ana Vilma. **Aprendizagem cooperativa em ambientes telemáticos**, 1998. Disponível em <http://solaris.niee.ufrgs.br/ribie98/TRABALHOS/274.PDF>. Acesso em setembro de 2002.

MADSEN, Carlos Alberto B. C. W; VARGAS , André P.; NUNES, Marcelo P. **Uma ferramenta case para ambientes virtuais de aprendizagem baseados na WEB**, 2001. Disponível em http://ecomp.furg.br/~marcelo/pubs/407_comp_r.pdf. Acesso em: setembro de 2002.

MOSTOV, J. Toward Better. **Models of the Design Process**. AI Magazine, vol. 6 (1), p.44, 1995.

MOTTA, Ricardo. **A busca de competitividade nas empresas**. Revista de Administração de Empresas, São Paulo, n. 1, p. 12-16, 1995.

NBR 13596, **Tecnologia de Informação – Avaliação de Produto de Software – Características de Qualidade e Diretrizes para o seu Uso**; ABNT - Abril 1996 (versão brasileira da Norma ISO/IEC 9126, 1991).

NBR 12207, **Tecnologia de Informação – Processos de Ciclo de Vida do Software**; ABNT - 1998 (versão brasileira da Norma ISO/IEC 12207,1995).

NUNES, Ivônio Barros. **Noções de Educação a Distância**, 2002. Disponível em <http://www.intelecto.net/ead/ivonio1.html>. Acesso em agosto de 2002.

OLIVEIRA JÚNIOR; Edson Alves de, GIMENES Itana Maria de Souza; MORANDINI , Marcelo. **Definição de Métricas de produtos de software para uma ferramenta de workflow**. Disponível em <http://www.cbcomp.univali.br/pdf/ENG003.PDF>. Acesso em novembro de 2002.

PAULA FILHO, Wilson de Pádua. **Engenharia de Software - Fundamentos, Métodos e Padrões**. LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A, Rio de Janeiro, 2001.

PERRY, Walter; RUMBLE, Greville. **A short guide to distance education**. Cambridge:International Extension College, 1987.

PIAGET, Jean. Estudos Sociológicos. Rio de Janeiro: Forense, 1973.

PRATES, Maurício. **Educação a distância mediada por computador**, 1998. Disponível em [http:// www.oficinadofuturo.com.br/textos/texto_EDMC_EAD.htm](http://www.oficinadofuturo.com.br/textos/texto_EDMC_EAD.htm) . Acesso em setembro de 2002.

PRESSMAN, Roger S. **Engenharia de Software**. Makron Books, 1995.

REZENDE, Denis Alcides. **Engenharia de Software e Sistemas de Informação**. Rio de Janeiro. Brasport, 1999.

SCALET, Danilo. **O Modelo do ISO/IEC JTC1/SC7 para Avaliação de Produto de Software**, 2001. Disponível em: [http:// www.pr.gov.br/celepar/ celepar/ batebyte/ edicoes/ 1994/bb36/ modelo.htm](http://www.pr.gov.br/celepar/celepar/batebyte/edicoes/1994/bb36/modelo.htm). Acesso em: setembro de 2001.

SCAPIN, Dominique L. **Organizing Human Factors Knowledge for Evaluation and Design of Interfaces** - B.P.105/78153 Le Chesnay Cedex, France.

SANTAROSA, Lucila Maria Costi. **Escola Virtual: Ambientes de aprendizagem telemáticos para a educação geral e especial**, 1998. Disponível em [http://www.c5.cl/ieinvestiga/actas /ribie98/ 229.html](http://www.c5.cl/ieinvestiga/actas/ribie98/229.html). Acesso em: agosto de 2002.

SENGE, Peter M. et al. **A dança das mudanças: os desafios de manter o crescimento e o sucesso em organizações que aprendem**. Rio de Janeiro. Editora Campus Ltda .3ª edição 2000.

SILVA, Cassandra Ribeiro de Oliveira e. **Bases pedagógicas e ergonômicas para concepção e avaliação de produtos educacionais informatizados**. Florianópolis,

1998. Dissertação (Mestrado) - PPGE, Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em <http://www.eps.ufsc.br/disserta98/ribeiro/index.html>. Acesso em: maio de 2002.

SILVA, Christina Marília Teixeira da. **Avaliação de Software Educacional**, 2001.. Disponível em http://www.revistaconecta.com/conectados/christina_avaliacao.htm. Acesso em: julho de 2002.

SILVA, Irene Caíres; SAMORANO, Josiane Cangussu; BORGONHONI, Priscila. **Globalização e competitividade nas empresas**, 2001. Disponível em <http://www.dad.uem.br/cadnv8n1/artigos/artigo5.html> . Acesso em maio de 2002.

SOUZA, Raquel A de; SILVA, Marcelo. S. P. da. **Publicações científicas sobre educação a distância: considerações sobre os fundamentos e aspectos legais**, 2001. Disponível em http://www.ead.ufu.br/tecead_II/anais/pdfs/rasouza.pdf. Acesso em: maio de 2001.

TAKAHASHI, Tadao et al. **Sociedade da Informação no Brasil: Livro Verde**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000.

VALENTE, J. Armando. **Por quê o computador na Educação**, 2001. Disponível em <http://www.proinfo.gov.br/testosie/prftxtie9.htm>. Acesso em dezembro de 2002.

VAZ, Francine Ferreira; Raposo, Renato. **Introdução a Ciência Cognitiva**, 2001. Disponível em: <http://www.nce.ufrj.br/ginape/publicacoes/trabalhos/RenatoMaterial/index.htm>. Acesso em dezembro de 2002.

VIDEIRA, Carlos; SILVA, Alberto Alberto. **UML- Processos e Ferramentas CASE**. Disponível em: <http://www.centroatlantico.pt>. Acesso em dezembro de 2001.

VIEIRA, Fábila Magali Santos. **Avaliação de software educativo: reflexões para uma análise criteriosa**, 2002. Disponível em <http://www.connect.com.br/ntemg7/avasoft.htm>. Acesso em: janeiro de 2002.

VILLAS-BOAS, André; Silva, Fábio. **Qualidade e Competitividade na Economia Global**. Disponível em: <http://www.cin.ufpe.br/~genesis/docpublicacoes/qualidade.doc>. Acesso em: outubro de 2002.

VIT, Antônio Rodrigo Delepiane de. **Estratégia de Suporte à Solução Cooperativa de Problemas**, 2000. Disponível em <http://www.pgje.ufrgs.br/WEBfolioead/biblioteca/artigo8/artigo8.html>. Acesso em: janeiro de 2003.

VYGOTSKY, L.S. *Pensamento e Linguagem* São Paulo. Martins Fontes Editora Ltda. 1987.

YOURDON, Edward. **Declínio e Queda dos Analistas e Programadores**. São Paulo: Makron Books., 1995.

WEBSTER, B. F. **Pitfalls of Object-Oriented Development**, 1995.

WISNER, Alain. *Por dentro do trabalho. Ergonomia: Método e Técnica*. São Paulo: FTD, 1987.

Referências bibliográficas

CORDEIRO, Marco Aurélio. **Métricas de Software**. Disponível em <http://www.pr.gov.br/celepar/celepar/batebyte/edicoes/2000/bb101/metricas.htm>. Acesso em: dezembro de 2002.

ISO/IEC 12119, *Internacional Standard. Information Technology – Software Packages Quality Requirements and Testing*, 1994.

ISO/IEC 14598-2, *Internacional Standard. Information Technology – Software Product Evaluation – Part 2: Planning and Management*, 1998.

ISO/IEC 14598-3, *Internacional Standard. Information Technology – Software Product Evaluation – Part 3: Process for developerst*, 1996.

ISO/IEC 14598-4, *Internacional Standard. Information Technology – Software Product Evaluation – Part 4: Process for acquirers*, 1997.

MARTIN, James et al. **Análise e Projeto Orientados a Objeto**. São Paulo: Makron Books, 1995.

PRESSMAN, Roger S. **Software engineering: a practitioner's approach**. 3. ed. New York: McGraw-Hill, 1995

ROCHA, Ana Regina Cavalcanti et al. **Qualidade de Software**. São Paulo: Prentice Hall, 2001. Disponível em <http://www.webaula.com.br/Boletim/Noticias/scorm.asp>. Acesso em março de 2003.

RODRIGUES, Rosângela Schwartz . **Modelo de Avaliação para Cursos no Ensino a Distância: Estrutura, Aplicação e Avaliação**. . Florianópolis, 1998. Dissertação (Mestrado) - PPGE, Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em <http://www.eps.ufsc.br/disserta98/roser/> - . Acesso em: dezembro de 2002.

SOUZA, José Renato C. de. **Educação a distância - Avaliando processos produtivos de materiais instrucionais para a WEB.** Florianópolis, 2002. Dissertação (Mestrado) - PPGE, Universidade Federal de Santa Catarina.

APÊNDICE A

Metodologia para Avaliação de Produtos de Software

Ambientes Virtuais de Aprendizagem

Responsável:

Data:

Avaliação de Produtos de Software – Ambientes virtuais de Aprendizagem

1. Requisitos da avaliação

1.1. Objetivo

1.2. Tipos de produtos a serem avaliados

1.3. Modelo de qualidade adotado

2. Especificação

2.1. Seleção de métricas

Relação de Métricas Funcionais

| Grupo Funcional | Métrica |
|----------------------------------|---------|
| Administração/coordenação | |
| | |
| | |
| | |
| Avaliação | |
| | |
| | |
| | |
| Colaboração/Cooperação | |
| | |
| | |
| | |
| Comunicação/interação | |
| | |
| | |
| | |
| Construção | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| Didática | |
| | |
| | |
| | |
| Pesquisa | |
| | |
| | |

Relação de Métricas Não Funcionais

| Características de qualidade | Subcaracterísticas | Métricas |
|------------------------------|----------------------------|----------|
| Funcionalidade | Adequação | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | Acurácia | |
| | | |
| | | |
| | Interoperabilidade | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | Conformidade | |
| | Segurança de acesso | |
| | | |
| | | |
| | | |

Relação de Métricas Não Funcionais

continuação

| Características de qualidade | Subcaracterísticas | Métricas |
|------------------------------|----------------------------|----------|
| Confiabilidade | Maturidade | |
| | | |
| | Tolerância a falhas | |
| | | |
| | | |
| | Recuperabilidade | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| Usabilidade | Inteligibilidade | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | Apreensibilidade | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | Operacionalidade | |
| | | |
| | | |
| | | |

Relação de Métricas Não Funcionais

continuação

| Características de qualidade | Subcaracterísticas | Métricas |
|-------------------------------------|--|-----------------|
| Usabilidade | Operacionalidade | |
| | | |
| Eficiência | Comportamento em relação ao tempo | |
| | | |
| | Comportamento em relação aos recursos | |
| | | |
| Manutenibilidade(*) | Analisabilidade | |
| | Modificabilidade | |
| | Estabilidade | |
| | Testabilidade | |
| Portabilidade | Adaptabilidade | |
| | Capacidade para ser instalado | |
| | | |
| | Conformidade | |
| | Capacidade para substituir | |

2.2. Níveis de pontuação

2.3. Critérios de julgamento

3. Projeto

4. Execução da avaliação

4.1. Obtenção das medidas

Avaliação de Software - Ambientes Virtuais de Aprendizagem

Seção 1 – Características Gerais

| 1 - Características Gerais | | | |
|---|--------------------|-----------------------|------------------|
| 1.1- Identificação do produto de software | | | |
| 1.1.1 | Nome do produto | | |
| 1.1.2 | Descrição | | |
| 1.1.2 | Ano de lançamento | | |
| 1.1.3 | Versão atual | | |
| 1.1.4 | Fabricante | | |
| 1.1.5 | Nacionalidade | | |
| 1.1.6 | Idiomas | | |
| 1.1.7 | Endereço WEB | | |
| 1.1.8 | Endereço de e-mail | | |
| 1.2- Identificação dos módulos | | | |
| 1.2.1 | Nome | | |
| | Descrição | | |
| 1.2.2 | Nome | | |
| | Descrição | | |
| 1.3 - Requisitos de hardware | | | |
| 1.3.1 | Servidor | Área em disco - | Memória RAM |
| | | Processador - | |
| 13.2 | Cliente | Área em disco - | Memória RAM - |
| | | Processador - | |
| 1.4 - Requisitos de Software | | | |
| 1.4.1 | Servidor | Sistema Operacional - | Linguagens: |
| | | Servidor WEB - | Banco de dados - |
| 1.4.2 | Cliente | Sistema Operacional - | |
| | | Browser - | |

Seção 2 - Características Funcionais

| 2 - Funcionalidades | | | | | | | | | | | |
|---|------|------------|----|----|------------|---|---|---|---|------|--------------------|
| Métricas | Tipo | Envolvidos | | | Categorias | | | | | Nota | |
| | | P | AL | AD | A | B | C | D | E | | |
| 2.1- Administração/Coordenação - | | | | | | | | | | | Peso: ----- |
| 2.1.1 | | | | | | | | | | | |
| 2.1.2 | | | | | | | | | | | |
| 2.1.3 | | | | | | | | | | | |
| 2.1.4 | | | | | | | | | | | |
| 2.1.5 | | | | | | | | | | | |
| 2.1.6 | | | | | | | | | | | |
| Total | | | | | | | | | | | |

| Métricas | Tipo | Envolvidos | | | Categorias | | | | | Nota | |
|-----------------------|------|------------|----|----|------------|---|---|---|---|------|--------------------|
| | | P | AL | AD | A | B | C | D | E | | |
| 2.2- Avaliação | | | | | | | | | | | Peso: ----- |
| 2.2.1 | | | | | | | | | | | |
| 2.2.2 | | | | | | | | | | | |
| 2.2.3 | | | | | | | | | | | |
| 2.2.4 | | | | | | | | | | | |
| 2.2.5 | | | | | | | | | | | |
| 2.2.6 | | | | | | | | | | | |
| Total | | | | | | | | | | | |

| Métricas | Tipo | Envolvidos | | | Categorias | | | | | Nota | |
|-------------------------------------|------|------------|----|----|------------|---|---|---|---|------|-------------------|
| | | P | AL | AD | A | B | C | D | E | | |
| 2.3 - Colaboração/Cooperação | | | | | | | | | | | Peso ----- |
| 2.3.1 | | | | | | | | | | | |
| 2.3.2 | | | | | | | | | | | |
| 2.3.3 | | | | | | | | | | | |
| 2.3.4 | | | | | | | | | | | |
| 2.3.5 | | | | | | | | | | | |
| 2.3.6 | | | | | | | | | | | |
| Total | | | | | | | | | | | |

Seção 2 - Características Funcionais

| Métricas | Tipo | Envolvidos | | | Categorias | | | | | Nota |
|------------------------------------|------|------------|----|----|------------|---|---|---|---|-------------------|
| | | P | AL | AD | A | B | C | D | E | |
| 2.4 - Comunicação/Interação | | | | | | | | | | Peso ----- |
| 2.4.1 | | | | | | | | | | |
| 2.4.2 | | | | | | | | | | |
| 2.4.3 | | | | | | | | | | |
| 2.4.4 | | | | | | | | | | |
| 2.4.5 | | | | | | | | | | |
| 2.4.6 | | | | | | | | | | |
| Total | | | | | | | | | | |

| Métricas | Tipo | Envolvidos | | | Categorias | | | | | Nota |
|------------------------|------|------------|----|----|------------|---|---|---|---|-------------------|
| | | P | AL | AD | A | B | C | D | E | |
| 2.5- Construção | | | | | | | | | | Peso: ---- |
| 2.5.1 | | | | | | | | | | |
| 2.5.2 | | | | | | | | | | |
| 2.5.3 | | | | | | | | | | |
| 2.5.4 | | | | | | | | | | |
| 2.5.5 | | | | | | | | | | |
| 2.5.6 | | | | | | | | | | |
| Total | | | | | | | | | | |

| Métricas | Tipo | Envolvidos | | | Categorias | | | | | Nota |
|-----------------------|------|------------|----|----|------------|---|---|---|---|------------------|
| | | P | AL | AD | A | B | C | D | E | |
| 2.6 - Didática | | | | | | | | | | Peso:---- |
| 2.6.1 | | | | | | | | | | |
| 2.6.2 | | | | | | | | | | |
| 2.6.3 | | | | | | | | | | |
| 2.6.4 | | | | | | | | | | |
| 2.6.5 | | | | | | | | | | |
| 2.6.6 | | | | | | | | | | |
| Total | | | | | | | | | | |

| Métricas | Tipo | Envolvidos | | | Categorias | | | | | Nota |
|----------------------|------|------------|----|----|------------|---|---|---|---|--------------------|
| | | P | AL | AD | A | B | C | D | E | |
| 2.7- Pesquisa | | | | | | | | | | Peso: ----- |
| 2.7.1 | | | | | | | | | | |
| 2.7.2 | | | | | | | | | | |
| 2.7.3 | | | | | | | | | | |
| 2.7.4 | | | | | | | | | | |
| 2.7.5 | | | | | | | | | | |
| 2.7.6 | | | | | | | | | | |
| Total | | | | | | | | | | |

Seção 3 - Características Não Funcionais

| 8 - Portabilidade | | Peso: ----- | | | | | | | | | |
|--|--|--|------------|----|--|------------|---|---|---|---|------|
| Métricas | | Tipo | Envolvidos | | | Categorias | | | | | Nota |
| | | | P | AL | AD | A | B | C | D | E | |
| 8.4 - Capacidade para substituir | | | | | | | | | | | |
| 8.3.1 | | | | | | | | | | | |
| 8.3.2 | | | | | | | | | | | |
| 8.3.3 | | | | | | | | | | | |
| 8.3.4 | | | | | | | | | | | |
| 8.3.5 | | | | | | | | | | | |
| 8.3.6 | | | | | | | | | | | |
| Total | | | | | | | | | | | |
| Tipo: E=essencial - D=Desejável | | Envolvidos: P=Professor/formador - AL=Aluno - AD=Administrador | | | Categorias: A=ultrapassa, B=Atende, C=Atende parcialmente - D=Não atende, E= Não aplicável | | | | | | |
| Notas: correspondem à combinação das "categorias" com "tipo" => AE = 5, AD=4; BE= 3, BD=2; CE=0; CD=1; DE=0, DD=1; EE= -, ED=- | | | | | | | | | | | |

4.2. Comparação com critérios

Tabela --- - Totalização do Nível Funcional

| Características funcionais | | | |
|---|---------------------------|-------------|-------------|
| Grupo | Função | Peso | Nota |
| 1 | Administração/coordenação | | |
| 2 | Avaliação | | |
| 3 | Colaboração/Cooperação | | |
| 4 | Comunicação | | |
| 5 | Construção | | |
| 6 | Didática | | |
| 7 | Pesquisa | | |
| Nota total das características funcionais: | | | |

Tabela ----- - Totalização do Nível Não Funcional

| Características Não funcionais | | | |
|---|-------------------------------------|-------------|-------------|
| Grupo | Características de qualidade | Peso | Nota |
| 1 | Funcionalidade | | |
| 2 | Confiabilidade | | |
| 3 | Usabilidade | | |
| 4 | Eficiência | | |
| 5 | Manutenibilidade | | |
| 6 | Portabilidade | | |
| Nota total das características não funcionais: | | | |

Tabela 3 - Total da Avaliação

| |
|---------------------------------|
| Nota total da avaliação: |
|---------------------------------|

4.3. Julgamento