

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

CENTRO DE ARTES E LETRAS

CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO

EM TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO APLICADAS À EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

# AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM

*2º semestre*



## **Presidente da República Federativa do Brasil**

Luiz Inácio Lula da Silva

## **Ministério da Educação**

*Ministro do Estado da Educação* Fernando Haddad  
*Secretária da Educação Superior* Maria Paula Dallari Bucci  
*Secretário da Educação a Distância* Carlos Eduardo Bielschowsky

## **Universidade Federal de Santa Maria**

*Reitor* Clóvis Silva Lima  
*Vice-Reitor* Felipe Martins Muller  
*Chefe de Gabinete do Reitor* João Manoel Espina Rossés  
*Pró-Reitor de Administração* André Luis Kieling Ries  
*Pró-Reitor de Assuntos Estudantis* José Francisco Silva Dias  
*Pró-Reitor de Extensão* João Rodolfo Amaral Flores  
*Pró-Reitor de Graduação* Jorge Luiz da Cunha  
*Pró-Reitor de Planejamento* Charles Jacques Prade  
*Pró-Reitor de Pós-Graduação e Pesquisa* Helio Leães Hey  
*Pró-Reitor de Recursos Humanos* João Pillar Pacheco de Campos  
*Diretor do CPD* Fernando Bordin da Rocha

## **Coordenação de Educação a Distância**

*Coordenadora de EaD* Cleuza Maria Maximino Carvalho Alonso  
*Vice-Coordenadora de EaD* Roseclea Duarte Medina  
*Coordenador de Pólos* Roberto Cassol  
*Gestão Financeira* José Orion Martins Ribeiro

## **Centro de Artes e Letras**

*Diretor do Centro de Artes e Letras* Edemur Casanova  
*Coordenador do Curso de Especialização em Tecnologias da Informação e Comunicação aplicadas à Educação* Ricardo Brisolla Ravanello

## **Elaboração do Conteúdo**

*Professora pesquisadora/conteudista* Roseclea Duarte Medina

## **Equipe Multidisciplinar de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologias da Informação e Comunicação Aplicadas à Educação - ETIC**

*Coordenador da Equipe Multidisciplinar*

Carlos Gustavo Matins Hoelzel  
Cleuza Maria Maximino Carvalho Alonso  
Rosiclei Aparecida Cavichioli Lauderemann  
Sílvia Helena Lovato do Nascimento  
Volnei Antônio Matté  
Ronaldo Glufke  
André Krusser Dalmazzo  
Edgardo Gustavo Fernández

*Desenvolvimento da Plataforma*

Marcos Vinícius Bittencourt de Souza

*Gestão Administrativa*

Lígia Motta Reis

*Gestão do Design*

Diana Cervo Cassol

*Designer*

Evandro Bertol

## **ETIC - Bolsistas e Colaboradores**

*Orientação Pedagógica*

Elias Bortolotto  
Fabrício Viero de Araujo  
Gilse A. Morgental Falkembach  
Leila Maria Araújo Santos

*Revisão de Português*

Andrea Ad Reginatto  
Maísa Augusta Borin  
Marta Azzolin  
Rejane Arce Vargas  
Samarlene Pilon  
Sílvia Helena Lovato do Nascimento

*Ilustração*

Cauã Ferreira da Silva  
Evandro Bertol  
Júlia Rodrigues Fabrício  
Mariana Rotilli dos Santos  
Natália de Souza Brondani

*Diagramação*

Criscia Raddatz Bolzan  
Gabriel Barbieri  
Leonardo Moreira Fabrin  
Luiza Kessler Gama  
Naieni Ferraz  
Victor Schmitt Raymundo

*Suporte Técnico*

Adílson Heck  
Ândrei Componogara  
Bruno Augusti Mozzaquatro

# SUMÁRIO

<b>1. AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM</b>	<b>5</b>
1.1. ambiente virtual de aprendizagem moodle.....	5
1.1.1. Características do Moodle.....	8
1.1.2. Funcionalidades.....	9
1.2. Ambiente virtual de aprendizagem Teleduc.....	14
1.2.1 Estrutura do ambiente.....	17
1.3. ambiente virtual de aprendizagem tidia – AE.....	26
1.3.1. Funcionalidades.....	29
1.3.2. Bem-vindo à seção de vídeo de demonstração.....	40

## MÓDULO II

<b>2. MOBILE LEARNING (M-LEARNING)</b>	<b>41</b>
2.1 Dispositivos para m- learning.....	43
2.1.1. Limitações de processamento.....	47
2.2. plataformas para a aprendizagem com mobilidade.....	48
2.2.1. flash lite.....	48
2.2.2. Brew – Binary Runtime Environment for WirelesS.....	50
2.2.3. J2ME.....	50
2.2.4. Android.....	51
2.3. Ambientes Virtuais de Aprendizagem Móveis.....	54
2.3.1. CLUE.....	54
2.3.2. Odyssey.....	55
2.3.3. Context Toolkit.....	55
2.3.4. One World.....	56
2.3.5 CULE.....	57
2.3.6. LIP.....	59
2.3.7. GlobalEdu.....	60
2.3.8. Projeto ISAM.....	62
2.3.9. NET- Compact Framework.....	63
2.3.10. MOULE (Mobile and Ubiquitous Learning).....	63
2.3.11. UbiSystest.....	68
2.3.12 Mobile Learning Engine Moodle (MLE - Moodle).....	70

## MÓDULO III

<b>3. AVALIAÇÃO DE AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM</b>	<b>73</b>
3.1. Tipos de avaliação de Ambientes Virtuais de Aprendizagem.....	74
3.2. usabilidade.....	75
3.2.1. Usabilidade aplicada na acessibilidade.....	76
3.2.2. Usabilidade no projeto de ambientes virtuais de aprendizagem.....	78
3.2.3. Métodos de avaliação da usabilidade.....	83
3.2.4. Técnicas de avaliação da usabilidade.....	86
3.3. Tipos de metodologias aplicadas para avaliação de software.....	91
3.3.1. Método de Reeves.....	91
3.3.2. Método Ticese.....	91
3.3.3. Método Ergolist.....	93
3.3.4. Método MAEP.....	96
3.3.5. Método Softmat.....	97
3.3.6. Técnica de Mucchielli.....	98

## REFERÊNCIAS

## MÓDULO I

### 1. AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM

Nas últimas décadas, a educação a distância (EaD) tomou um novo impulso que favoreceu a disseminação e a democratização do acesso à educação em diferentes níveis e formas de interação e aprendizagens. Os processos estão, cada vez mais, se articulando através dos ambientes virtuais de aprendizagem (AVAs). No contexto acadêmico, esta realidade cria novas oportunidades para os educadores compartilharem com os alunos o acesso às informações e trabalharem de forma cooperativa. Nesse sentido, o advento das tecnologias de informação e comunicação (TICs) trouxe novas perspectivas para a EAD, levando as Instituições de Ensino, empresas e os profissionais de *instruction design* a se dedicarem ao desenvolvimento de cursos a distância e AVAs.

Segundo (Almeida, 2002), a expressão "Ambiente Virtual de Aprendizagem" está relacionada a sistemas computacionais, destinados ao suporte de atividades mediadas pelas tecnologias de informação e comunicação. Permitem integrar múltiplas mídias e recursos, apresentam informações de maneira organizada, proporcionam interações entre pessoas e objetos de conhecimento, visando atingir determinados objetivos.

Os AVAs podem ser empregados como suporte para sistemas de educação a distância, bem como servir de apoio às atividades presenciais de sala de aula e ou diferentes ambientes por meio da internet ou intranet. As seções a seguir apresentam os AVAs Moodle, Teleduc e Tidia – Ae.

#### 1.1. AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM MOODLE

A palavra Moodle teve origem no acrônimo: Modular *Object-Oriented Dynamic Learning Environment*, que é informativo especialmente para programadores e investigadores educativos. Em inglês é também um verbo que descreve passar por algo, sem presa, e realizar as tarefas quando as resolver fazer; uma forma agradável de modificar uma situação que frequentemente conduz a uma compreensão mais profunda e à criatividade. Como tal, aplica-se tanto à maneira em que o Moodle foi desenvolvido, quanto à maneira em que o estudante ou professor pode abordar a aprendizagem, o ensino de uma disciplina na *Web*.

Moodle é um projeto em andamento. Quem começou o desenvolvimento foi Martin Dougiamas, que continua a liderar o projeto. Começou nos anos 1990, quando era *webmaster* na *Curtin University of Technology* e administrador de sistemas da instalação deles do *WebCT*. Em especial, foi particularmente influenciado pela epis-

temologia do construcionismo social - que não só trata a aprendizagem como uma atividade social, mas focaliza a atenção na aprendizagem que acontece enquanto construímos ativamente artefatos (como textos, por exemplo), para que outros vejam ou utilizem. Para ele é crucial que esta plataforma seja fácil de usar e intuitiva.

Vários protótipos iniciais foram desenvolvidos e descartados, antes que ele lançasse a versão 1.0 para um mundo surpreso, no dia 20 de agosto de 2002. Esta versão estava dirigida a pequenas turmas, mais íntimas, no nível universitário, e era sujeita a pesquisas de estudo de casos que analisavam de perto a natureza da colaboração e da reflexão que aconteciam entre pequenos grupos de participantes adultos.

Desde então, tem havido uma disponibilização constante de uma série de novas versões, que acrescentam novos recursos, melhor escalabilidade e melhor desempenho.

À medida que o Moodle se espalhou e a comunidade cresceu, mais sugestões e comentários foram recebidos de uma gama mais ampla de pessoas em diversas situações de ensino. Por exemplo, o Moodle não só é usado em universidades, mas também em escolas secundárias e primárias, organizações sem fins lucrativos, empresas privadas, por professores independentes e mesmo por pais que ensinam em casa. Um número cada vez maior de pessoas vem contribuindo com o Moodle de diversas maneiras.

Conforme os autores Ribeiro e Mendonça (2007),

*O AVA Modular Object Oriented Distance Learning (Moodle) é uma plataforma, Open Source, ou seja, pode ser instalado, utilizado, modificado e mesmo distribuído. Seu desenvolvimento objetiva o gerenciamento de aprendizado e de trabalho colaborativo em ambiente virtual, permitindo a criação e administração de cursos on-line, grupos de trabalho e comunidades de aprendizagem.*

Este AVA segundo Garcia e Laclea (2004), “apresenta estrutura modular, ampla comunidade de desenvolvedores, grande quantidade de documentação, disponibilidade, escalabilidade, facilidade de uso, interoperabilidade, estabilidade e segurança”. A Figura 1 apresenta a tela de apresentação do Ambiente Moodle.

Seja bem vindo a disciplina de  
**Ambientes Virtuais de Aprendizagem**  
UAB/UFMS

**Professora:**  
Roseclea Duarte Medina

**Tutores:**  
Fabio Franciscato (Pólos de Agudo e Polésine)  
Patrícia Mozzaquatro (Pólos de Restinga Seca e Sobradinho)  
Mikael Fernandes (Pólos de Santana do Livramento e Três de Maio)



**Prezado cursista!!**  
É com imensa satisfação que iniciamos esta breve mas valorosa jornada!  
Estaremos trabalhando eu, profa. Rose, e os tutores Fábio (Agudo e Polésine) , Mikael (Livramento e Três de Maio) Patricia (Sobradinho e Restinga Seca), juntamente com você, para discutirmos um tema que a cada dia se torna na importante bem como necessário: a utilização e avaliação de Ambientes Virtuais de Aprendizagem.

Figura 1 – Tela de apresentação do AVA Moodle

A Tela de Apresentação é a página / tela inicial com as informações relevantes da disciplina. Fica na coluna central e está sempre visível ao aluno. É aconselhável que sejam colocadas as informações que caibam na tela visível e as outras podem estar em arquivos.

O Moodle é um ambiente modular, no qual diversos recursos e atividades existentes podem ser adicionadas mesmo durante a oferta de um curso, de acordo com o desejo de quem o está ministrando.

Uma importante característica do projeto Moodle é o sítio na Internet [www.moodle.org](http://www.moodle.org), que provê um ponto central para informação, discussão e colaboração entre os usuários Moodle, o que inclui administradores de sistemas, professores, pesquisadores, desenhistas instrucionais e desenvolvedores. Como o Moodle, este sítio está sempre evoluindo para se adequar às necessidades da comunidade e, como o Moodle, será sempre aberto e gratuito.

Em 2003, foi criada a empresa [www.moodle.org](http://www.moodle.org), para dar suporte adicional, em termos comerciais, para aqueles que precisarem, e para oferecer hospedagem gerenciada, consultoria e outros serviços.

É um sistema de gerenciamento de aprendizagem ou ambiente virtual de aprendizagem de código aberto, livre e gratuito. Os usuários podem baixá-lo, usá-lo, modificá-lo e distribuí-lo seguindo apenas os termos estabelecidos pela licença. O sistema conta com traduções para 50 idiomas diferentes, dentre eles, o português (Brasil), o espanhol, o italiano, o japonês, o alemão, o chinês e muitos outros. Além das discussões e colaborações disponíveis em inglês e outros idiomas, o portal conta com relatório de perguntas frequentes, suporte gratuito, orientações para realização do download e instalação do software, documentação completa e a descrição do planejamento de atualizações futuras do ambiente.

O Moodle pode ser instalado em qualquer computador, desde que tenha PHP e suporte bases de dados SQL (por exemplo, MySQL).

Pode trabalhar em Windows e Mac e em muitas variantes do Linux (por exemplo, *Red Hat* ou *Debian GNU*). O *software* Moodle é *Copyright* © de Martin Dougiamas desde 1999, segundo os termos do GPL. Este programa é *software* livre; pode-se redistribuí-lo e/ou modificá-lo sob os termos da *GNU General Public License* como publicada pela *Free Software Foundation*.

O desenvolvimento do ambiente Moodle foi norteado por uma filosofia de aprendizagem - a teoria socioconstrutivista. Os participantes ou usuários do sistema são o Administrador – responsável pela administração, configurações do sistema, inserção de participantes e criação de cursos; o Tutor, responsável pela edição e viabilização do curso, e o Estudante/Aluno. Os usuários do Moodle têm apenas um *login* para todos os cursos. A função permite, por exemplo, que um usuário seja aluno em um curso e professor/tutor em outro curso. O Moodle permite criar três formatos de cursos: Social, Semanal e Modular. O curso Social é baseado nos recursos de interação entre os participantes e não em um conteúdo estruturado. Os dois últimos cursos são estruturados e podem ser semanais e modulares. Esses cursos são centrados na disponibilização de conteúdos e na definição de atividades. Na estrutura semanal, informa-se o período em que o curso será ministrado, e o sistema divide o período informado, automaticamente, em semanas. Na estrutura modular, informa-se a quantidade de módulos.

### **1.1.1. CARACTERÍSTICAS DO MOODLE**

O Moodle é um produto ativo e em evolução. A seguir são apresentadas algumas das muitas características que ele tem:

- Promove uma pedagogia socioconstrucionista (colaboração, atividades, reflexão crítica, etc.);
- Adequado para aulas 100% on-line assim como para complementar a aprendizagem face a face;
- Simples, leve, eficiente, compatível, interface baseada em navegadores de tecnologia simples;
- Fácil de instalar em qualquer plataforma que suporte o PHP. Exige apenas uma base de dados (e pode compartilhá-la);
- Independência total da base de dados, suporta todas as principais marcas de base de dados (exceto pela definição na tabela inicial);
- A lista de cursos mostra as descrições de cada curso existente no servidor, incluindo acessibilidade para convidados;
- Cursos podem ser categorizados e pesquisados – um site Moodle pode suportar milhares de cursos;
- Ênfase em total segurança o tempo todo. Os formulários são todos checados, os dados validados, os cookies codificados, etc;
- A maioria das áreas de entrada de texto (recursos, postagens nos fóruns, etc.) podem ser editadas usando um editor HTML.

### 1.1.2. FUNCIONALIDADES

O Moodle conta com as principais funcionalidades de um ambiente virtual de aprendizagem. Possui ferramentas de comunicação, de avaliação, de disponibilização de conteúdos e de administração e organização. Elas são acessadas pelo tutor de forma separada em dois tipos de entradas na página do curso. De um lado, adiciona-se o material e do outro as atividades.

O Moodle possui ferramentas para a disponibilização de conteúdos. Materiais didáticos podem ser disponibilizados por meio de páginas de texto simples, páginas Web e links para arquivos ou endereços da Internet. O sistema permite, ainda, visualizar diretórios e inserir rótulos aos conteúdos inseridos. Esses rótulos funcionam como categorias ou títulos e subtítulos que podem subdividir os materiais disponibilizados. O ambiente permite ainda a criação de glossários de termos e documentos em formato Wiki para a confecção compartilhada de textos, trabalhos e projetos.

Em atividades, podem ser adicionadas ferramentas de comunicação, avaliação e outras ferramentas complementares ao conteúdo, como glossários, diários, ferramenta para importação e compartilhamento de conteúdos.

As ferramentas de comunicação do ambiente Moodle são o fórum de discussões e o chat. Elas apresentam um diferencial interessante com relação a outros ambientes, pois não há ferramenta de e-mail interna ao sistema. Ele utiliza o e-mail externo (padrão) do participante. Outro diferencial é que a ferramenta fórum permite ao participante enviar e receber mensagens via e-mail externo padrão.

As ferramentas de avaliação disponíveis no Moodle são avaliação de curso, pesquisa de opinião, questionário, tarefas e trabalhos com revisão. As ferramentas permitem, respectivamente, a criação de avaliações gerais de um curso; pesquisas de opinião rápidas, ou enquetes, envolvendo uma questão central; questionários formados por uma ou mais questões inseridas em um banco de questões previamente definido; disponibilização de tarefas para os alunos, para as quais podem ser atribuídas datas de entrega e notas, e, por fim, trabalhos com revisão em que os participantes podem avaliar os projetos de outros participantes e exemplos de projeto em diversos modos.

As ferramentas de administração, apresentadas ao tutor do curso na lateral esquerda da tela de curso, permitem controle de participantes - alunos e tutores. Algumas delas são: inscrições e upload de lista de aluno; backups e restore de cursos; acesso aos arquivos de logs; logs da última hora; gerenciamento dos arquivos dos cursos; disponibilização de notas, etc. A Tabela 1 apresenta as ferramentas que compõe o AVA Moodle.

FERRAMENTAS	
Mensagens	Permite o envio e recebimento de mensagens instantâneas.
Participantes	Disponibilização da lista dos participantes.
Calendário	Possibilita a visualização e marcação de datas e de fins de prazos importantes no calendário.
Enquete	Ferramenta para criação de enquetes.
Blogger	Permite a criação de Blogger.
Agenda	Na agenda pode ser colocada uma imagem relacionada ao conteúdo a ser trabalhado e os arquivos com conteúdos.
Perfil	Trata-se de um espaço reservado para que cada participante do curso possa se apresentar aos demais de maneira informal, descrevendo suas principais características, além de permitir a edição de dados pessoais.
RECURSOS	
Página de texto simples	Permite criar uma página sem formatação com um texto para leitura. Pode ser exibida no ambiente ou em uma nova janela.
Páginas web	Permite criar uma página, com formatação, com um texto para leitura. Também pode ser exibida no ambiente ou em uma nova janela.
Link para arquivo ou site	Permite criar um link a qualquer página web ou a outro arquivo na Internet, ou a um arquivo dentre os disponibilizados no ambiente para a disciplina/curso.
Visualizar uma pasta	É um recurso que permite exibir o nome de um diretório na tela principal ou em uma agenda.
Inserir rótulo	O rótulo se constitui em um texto ou uma imagem que pode ser inserido na tela de apresentação / página principal, entre as atividades e materiais.
ATIVIDADES	
Chat	Essa atividade permite uma discussão textual on-line, ou seja, todos os participantes podem disponibilizar sua opinião em tempo real. É um bate-papo.
Escolha	Essa atividade é formada por uma única pergunta com diversas opções de resposta. É útil para fazer pesquisas de opinião, para estimular a reflexão sobre um tópico, etc...
Fórum	Essa atividade permite a discussão de um tema na modalidade assíncrona. As mensagens podem incluir anexos. Os participantes podem receber cópias das novas mensagens via e-mail. O participante tem 30 minutos para modificar sua opinião depois de enviada.
Glossário	Essa atividade permite que os participantes criem e atualizem uma lista de definições de termos específicos, como em um dicionário, o que facilita um trabalho cooperativo entre profissionais de áreas distintas. É possível criar automaticamente links nos textos do curso que contenham os termos definidos no glossário.
Livro	É um courseware do tipo tutorial que se caracteriza por apresentar um conteúdo e questões ao aluno tipo instrução programada.
Lição	Permite a inserção de conteúdos (texto e imagens estáticas) que podem ser visitados pelos alunos na ordem que eles próprios acharem mais interessante.
Questionário	Essa atividade permite criar questões do tipo múltipla escolha, verdadeiro ou falso, resposta breve, etc, o que representa um instrumento para compor questões que são arquivadas em uma base de dados e possibilitam definir a data para disponibilizar as respostas, inclusive com mais de uma tentativa, além de fornecer feedback e admitir avaliação automática. Essa atividade permite refletir sobre o processo de aprendizagem de um conteúdo.
Tarefa	Consiste no enunciado de uma atividade a ser desenvolvida pelo aluno e enviada em formato digital ao ambiente. É possível controlar a data de entrega. Podem ser de mais de um tipo: tarefa com diversos arquivos gerados, como, por exemplo, uma lista com vários problemas, texto on-line, como a elaboração de uma atividade no próprio ambiente; envio de arquivo único (a atividade gera um único arquivo, como uma redação, um resumo, uma síntese, um relatório ou um projeto, etc.), ou, ainda, atividade off-line (atividade feita em sala de aula, cujo enunciado está no ambiente).
Wiki	Permite o trabalho cooperativo, ou seja, os participantes podem trabalhar juntos no desenvolvimento de documentos para a web. Essa atividade é baseada no software Erfurt Wiki.

**Tabela 1-** Ferramentas que compõe o AVA Moodle.

Ao elaborar as agendas, vale lembrar as possibilidades que o ambiente oferece em Recursos e Atividades, disponíveis no modo de edição via os *combos box* Acrescentar Recursos e Acrescentar Atividades.

RECURSOS – representam os tipos de materiais que podem ser utilizados em uma disciplina, tais como: uma página de texto; páginas *web*; arquivos armazenados em um diretório / pasta no ambiente; imagens ou arquivos em outros sites, etc.

ATIVIDADES – representam todas as formas de trabalhar os conteúdos de uma disciplina, tais como: *Chat* – discussão *on-line*; Escolhas – uma pergunta e várias opções de resposta; Fórum – discussão sobre um tema; Glossário – lista de definições; Livro = *courseware* – Questionário – permite questões V ou F, múltiplas escolhas; Tarefa – permite criar textos *on-line*, gerar arquivos e enviá-los; *Wiki* – permite gerar documentos cooperativos.

A seguir serão apresentadas algumas telas contendo as ferramentas exibidas acima.

### Agenda do Curso

A inclusão de conteúdos corresponde a disponibilizar, no ambiente, o material didático, que pode ser elaborado nas mais diversas mídias, a descrição das atividades, os exemplos, as apresentações, a bibliografia, as simulações. O planejamento deve ser feito aula por aula na forma de agenda.

É aconselhável que, na agenda de cada aula, tenha uma introdução ao conteúdo a ser trabalhado. Pode ser uma frase motivacional, um problema contextualizado, uma imagem ou vídeo relacionado ao assunto. A Figura 2 apresenta a ferramenta Agenda.



Figura 2 – Ferramenta Agenda

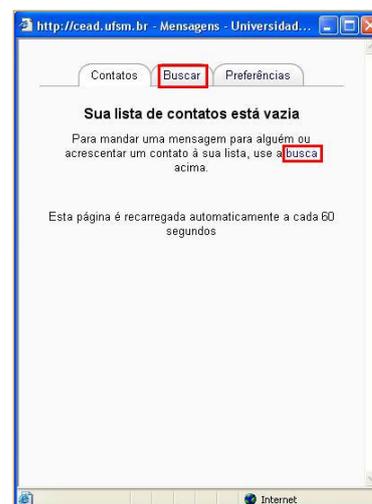


Figura 3 - Mensagens



Figura 4 – Ferramenta Perfil



Figura 5 – Calendário



Figura 6 – Ferramenta Chat



Figura 7 – Ferramenta Fórum



Figura 8 – Ferramenta Glossário

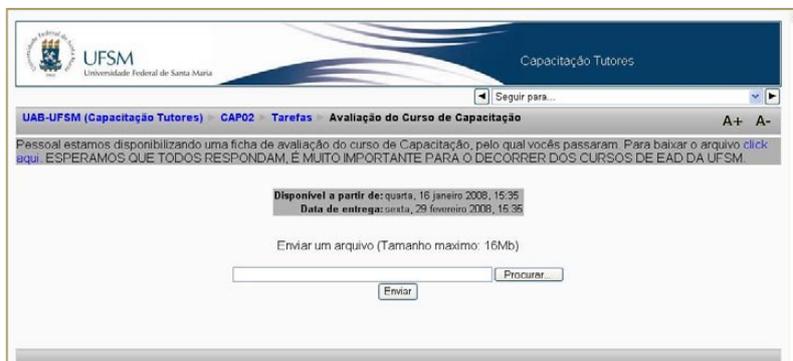


Figura 9 – Tarefa



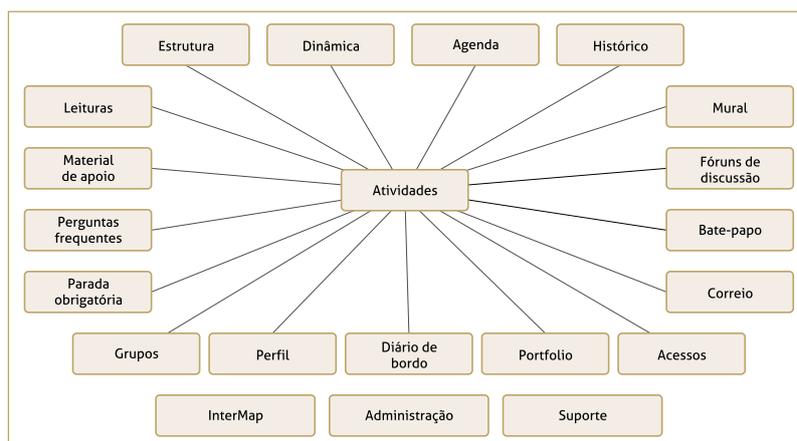
Figura 10 – Ferramenta Wiki

## 1.2. AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM TELEDUC

O TelEduc é um ambiente para a criação, participação e administração de cursos na Web. Ele 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, sob a orientação da Profa. Dra. Heloísa Vieira da Rocha, do Instituto de Computação da Unicamp (Universidade Estadual de Campinas). O ambiente é parte integrante da dissertação de mestrado "Formação a Distância de Recursos Humanos para Informática Educativa" de autoria de Alessandra de Dutra e Cerceau. O NIED, como uma de suas linhas de pesquisa, tem realizado diversos cursos a distância através do TelEduc desde 1998, acompanhando progressivamente o desenvolvimento do ambiente.

Este projeto contou com o apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq.

Atualmente está sendo apoiado pela Organização dos Estados Americanos - OEA. O TelEduc foi desenvolvido de forma participativa, ou seja, todas as suas ferramentas foram idealizadas, projetadas e depuradas segundo necessidades relatadas por seus usuários. Com isso, ele apresenta características que o diferenciam dos demais ambientes para educação a distância disponíveis no mercado, como a facilidade de uso por pessoas não especialistas em computação, a flexibilidade quanto a como usá-lo e um conjunto enxuto de funcionalidades. A arquitetura básica do ambiente TelEduc pode ser vista na Figura 11.



**Figura 11-** Arquitetura básica do ambiente TelEduc

O TelEduc foi concebido tendo como elemento central a ferramenta que disponibiliza Atividades. Isso possibilita a ação onde o aprendizado de conceitos em qualquer domínio do conhecimen-

to é feito a partir da resolução de problemas, com o subsídio de diferentes materiais didáticos, como textos, software, referências na Internet, dentre outros, que podem ser colocados para o aluno usando ferramentas como: Material de Apoio, Leituras, Perguntas Frequentes, etc. A intensa comunicação entre os participantes do curso e a ampla visibilidade dos trabalhos desenvolvidos também são pontos importantes, por isso foi desenvolvido um amplo conjunto de ferramentas de comunicação, como o Correio Eletrônico, Grupos de Discussão, Mural, Portfólio, Diário de Bordo, Bate-papo etc., além de ferramentas de consulta às informações geradas em um curso, como a ferramenta Intermap, Acessos, etc. A Figura 12 apresenta a interface do AVA TelEduc.



Figura 12 – Interface do ambiente virtual de aprendizagem TelEduc

A página inicial do ambiente está disponível em [http://fenix.nied.unicamp.br/~teleduc4/pagina\\_inicial/teleduc.php](http://fenix.nied.unicamp.br/~teleduc4/pagina_inicial/teleduc.php).

Atualmente as seguintes Instituições utilizam o ambiente: Faculdade Sete de Setembro (Fortaleza (CE)), Universidade Federal do Ceará (Fortaleza (CE)), Unemat Barra do Bugres (Barra do Bugres (MT)), Yamaha Centuryon (Tangará da Serra (MT)), UNICAMP (Campina Grande (PB)), Universidade Católica de Pernambuco (Olinda (PE)), Cescage (Ponta Grossa (PR)), Universidade Federal de Rondônia (Alta Floresta d'Oeste (RO)), Prefeitura Municipal de Tijucas – SC (Tijucas (SC)), Colégio São Paulo (São Paulo (SP)), Colégio Técnico Avançado de Assis (Assis (SP)), Magistri – Escola de Profissões (São José do Rio Preto (SP)), Metrocamp (Campinas (SP)), Núcleo de Informática Aplicada à Educação – Nied (Campinas (SP)), Trabalho em creche sou atendente de educação - (São Vicente (SP)), UNESP - Universidade Estadual Paulista (São Paulo (SP)), Universidade Cidade de São Paulo (UNICID) (São Paulo (SP)) e Inecom Ingenieros LTDA (Chile).

O sistema TelEduc utiliza-se somente de softwares livres para o seu desenvolvimento e funcionamento. Por ser escrito em PHP

e utilizar banco de dados MySQL, pode ser instalado em qualquer servidor LINUX. O sistema não demanda grandes requisitos em relação ao servidor nem aos clientes. Uma das premissas do projeto é justamente essa: criar um ambiente de ensino a distância robusto e ao mesmo tempo leve para que possa ser acessado por qualquer computador com acesso à internet. Veja a descrição detalhada dos requisitos na tabela abaixo:

Máquina	PC - Pentium II 333MHz, 64 MB de RAM, 4.5 GB de disco rígido
Sistema Operacional	LINUX
Servidor WEB	 Apache <a href="http://httpd.apache.org/">http://httpd.apache.org/</a>
Linguagem de Programação	 PHP (com extensões php-cli e php-mbstring) <a href="http://www.php.net/">http://www.php.net/</a>
Banco de Dados	 MySQL <a href="http://www.mysql.com/">http://www.mysql.com/</a>
Outros	Sendmail (programa para envio de e-mails) Lynx (navegador para uso de scripts no servidor)
Navegador	 Internet Explorer 6.0 ou superior <a href="http://www.microsoft.com/ie">http://www.microsoft.com/ie</a>  Netscape 4.78 ou superior <a href="http://channels.netscape.com/ns/browsers">http://channels.netscape.com/ns/browsers</a>  Mozilla Firefox 1.0 ou superior <a href="http://www.mozilla.org/">http://www.mozilla.org/</a>

**Tabela 2** – Requisitos do servidor

### 1.2.1 ESTRUTURA DO AMBIENTE

RECURSOS DO AMBIENTE	
Os recursos do ambiente estão distribuídos de acordo com o perfil de seus usuários: alunos e formadores.	
RECURSOS DISPONÍVEIS PARA ALUNOS E FORMADORES	
Estrutura do Ambiente	Contém informações sobre o funcionamento do ambiente TelEduc.
Dinâmica do Curso	Contém informações sobre a metodologia e a organização geral do curso.
Agenda	É a página de entrada do ambiente e do curso em andamento. Traz a programação de um determinado período do curso (diária, semanal, etc.).
Avaliações	Lista as avaliações em andamento no curso.
Atividades	Apresenta as atividades a serem realizadas durante o curso.
Material de Apoio	Apresenta informações úteis relacionadas à temática do curso, subsidiando o desenvolvimento das atividades propostas.
Leituras	Apresenta artigos relacionados à temática do curso, podendo incluir sugestões de revistas, jornais, endereços na Web, etc.
Perguntas frequentes	Contém a relação das perguntas realizadas com maior frequência durante o curso e suas respectivas respostas.
Exercícios	Ferramenta para criação/edição e gerenciamento de exercícios com questões dissertativas, de múltipla-escolha, de associar colunas e de verdadeiro ou falso.
Enquetes	Ferramenta para criação de enquetes.
Parada Obrigatória	Contém materiais que visam a desencadear reflexões e discussões entre os participantes ao longo do curso.
Mural	Espaço reservado para que todos os participantes possam disponibilizar informações consideradas relevantes para o contexto do curso.
Fórum de Discussão	Permite acesso a uma página que contém tópicos que estão em discussão naquele momento do curso. O acompanhamento da discussão se dá por meio da visualização de forma estruturada das mensagens já enviadas e da participação, por meio do envio de mensagens.
Bate-papo	Permite uma conversa em tempo-real entre os alunos do curso e os formadores. Os horários de bate-papo com a presença dos formadores são, geralmente, informados na "Agenda". Se houver interesse do grupo de alunos, o bate-papo pode ser utilizado em outros horários.
Correio	Trata-se de um sistema de correio eletrônico interno ao ambiente. Assim, todos os participantes de um curso podem enviar e receber mensagens através deste correio. Todos, a cada acesso, devem consultar seu conteúdo a fim de verificar as novas mensagens recebidas.
Grupos	Ferramenta que permite a criação de grupos de pessoas para facilitar a distribuição e/ou desenvolvimento de tarefas.
Perfil	Trata-se de um espaço reservado para que cada participante do curso possa se apresentar aos demais de maneira informal, descrevendo suas principais características, além de permitir a edição de dados pessoais. O objetivo fundamental do Perfil é fornecer um mecanismo para que os participantes possam se "conhecer a distância" visando a ações de comprometimento entre o grupo. Além disso, favorece a escolha de parceiros para o desenvolvimento de atividades do curso (formação de grupos de pessoas com interesses em comum).
Diário de Bordo	Como o nome sugere, trata-se de um espaço reservado para que cada participante possa registrar suas experiências ao longo do curso: sucessos, dificuldades, dúvidas, anseios, visando a proporcionar meios que desencadeiem uma reflexão a respeito do seu processo de aprendizagem. As anotações pessoais podem ser compartilhadas ou não com os demais. Em caso positivo, podem ser lidas e/ou comentadas pelas outras pessoas, servindo também como um outro meio de comunicação.
Portfólio	Nesta ferramenta, os participantes do curso podem armazenar textos e arquivos utilizados e/ou desenvolvidos durante o curso, bem como endereços da Internet. Esses dados podem ser particulares, compartilhados apenas com os formadores ou compartilhados com todos os participantes do curso. Cada participante pode ver os demais portfólios e comentá-los se assim o desejar.
Acessos	Item que permite acompanhar a frequência de acesso dos usuários ao curso e às suas ferramentas.
Busca	Permite a busca de informação por todas as ferramentas disponíveis do TelEduc.
RECURSOS DISPONÍVEIS APENAS PARA FORMADORES	
Intermap	Permite aos formadores visualizar a interação dos participantes do curso nas ferramentas Correio, Fóruns de Discussão e Bate-papo, facilitando o acompanhamento do curso.
Administração	Permite gerenciar as ferramentas do curso, as pessoas que dele participam e ainda alterar dados do curso. As funcionalidades disponibilizadas dentro de Administração são: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Visualizar / Alterar Dados e Cronograma do Curso</li> <li>• Escolher e Destacar Ferramentas do Curso</li> <li>• Inscrever Alunos e Formadores</li> <li>• Gerenciar Inscrições, Alunos e Formadores</li> <li>• Alterar Nomenclatura do Coordenador</li> <li>• Enviar Senha</li> </ul>
Suporte	Permite aos formadores entrar em contato com o suporte do Ambiente (administrador do TelEduc) através de e-mail.
Autenticação de acesso	O ambiente possui um esquema de autenticação de acesso aos cursos. Para que formadores e alunos tenham acesso a um curso, é necessário que possuam identificação pessoal e senha, que lhes são solicitadas sempre que tentarem efetuar o acesso. Essas senhas são fornecidas a eles quando se cadastram no ambiente.

Tabela 3 – Recursos do ambiente

A seguir serão apresentadas algumas telas contendo as ferramentas descritas acima.

A página de entrada de um curso é dividida em duas partes. Na parte esquerda, estão disponibilizadas as ferramentas que serão utilizadas durante o curso; na parte direita, é apresentado o conteúdo correspondente à ferramenta selecionada. Ao entrar em um curso, é apresentado o conteúdo da ferramenta Agenda, que contém informações atualizadas, dicas ou sugestões dos formadores para os alunos. Sua principal função é organizar e situar o aluno no decorrer do curso, indicando-lhe o que é esperado de seu desempenho (Figura 13). Esta página funciona como um canal de comunicação direto dos formadores com os alunos e nela são colocadas informações que seriam fornecidas normalmente no início de uma aula ou sequência de aulas presenciais. O conteúdo da Agenda é atualizado pelo formador de acordo com a sua dinâmica de curso tendo, portanto, sua periodicidade de acordo com as necessidades que surgirem. Não é preciso nenhum planejamento estrito sobre como e quando será feita esta atualização; o formador a fará conforme o andamento das atividades do curso. Quando é feita a ativação de uma nova agenda, a agenda anterior é automaticamente armazenada pelo ambiente e pode ser consultada a qualquer momento pelos participantes de um curso.

O conjunto total de funcionalidades oferecidas pelo TelEduc pode ser dividido em três grandes grupos: ferramentas de coordenação, ferramentas de comunicação e ferramentas de administração.

Como ferramentas de coordenação, entendem-se todas as ferramentas que de alguma forma organizam e subsidiam as ações de um curso. Nesse conjunto tem-se a ferramenta Agenda, descrita anteriormente, e a ferramenta Dinâmica do Curso, na qual o formador coloca aos alunos como se dará o andamento do curso, tempo de duração, os objetivos do curso, o que é esperado dos alunos, formas de avaliação etc.

Também são colocadas no grupo das ferramentas de coordenação as que apresentam material didático de apoio às atividades do aluno, como as ferramentas Leituras, Material de Apoio e a própria ferramenta Atividades. As ferramentas Leituras e Material de Apoio são diferenciadas mais conceitual do que computacionalmente: a primeira é usada para disponibilizar textos e material bibliográfico geral do curso, enquanto a segunda, geralmente, é usada para apresentar todo tipo de material vinculado à determinada atividade.

A ferramenta Acessos agrupa uma série de funcionalidades. Por meio dela, são gerados vários relatórios, dentre os quais se pode verificar o número de acessos e o último acesso dos participantes no ambiente (Figura 14); a frequência em um determinado período do curso estipulado pelo usuário e o acesso às diferentes



**Figura 13** - Página de entrada de um curso e a ferramenta Agenda

ferramentas disponíveis. Esta ferramenta foi implementada porque não se conseguia distinguir o aluno “calado e presente” do aluno realmente “ausente” e essa diferenciação é extremamente importante no acompanhamento de um curso.

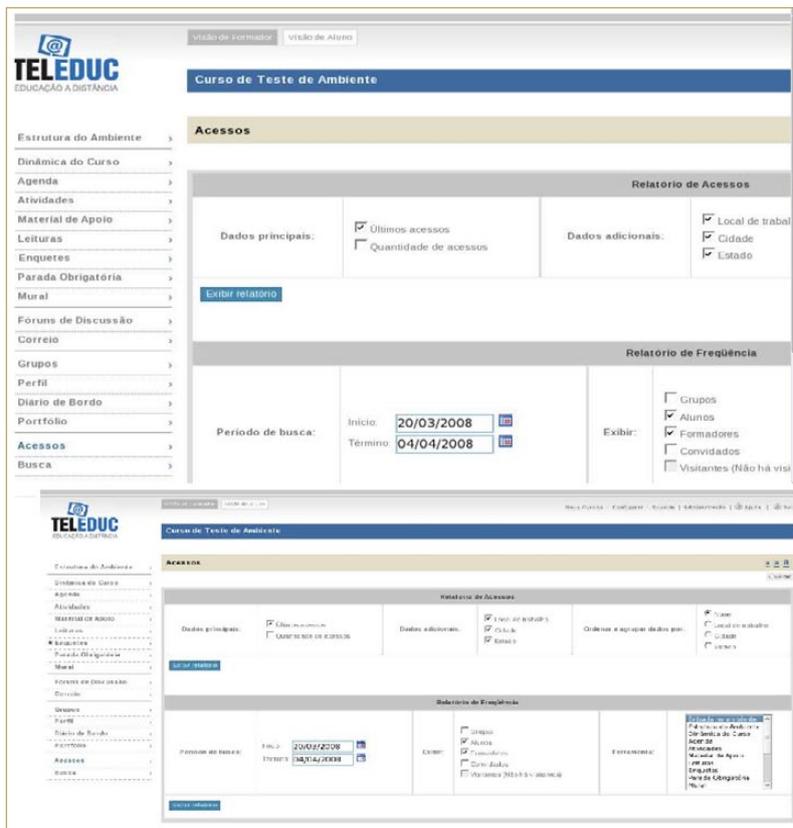


Figura 14 – Ferramenta acessos

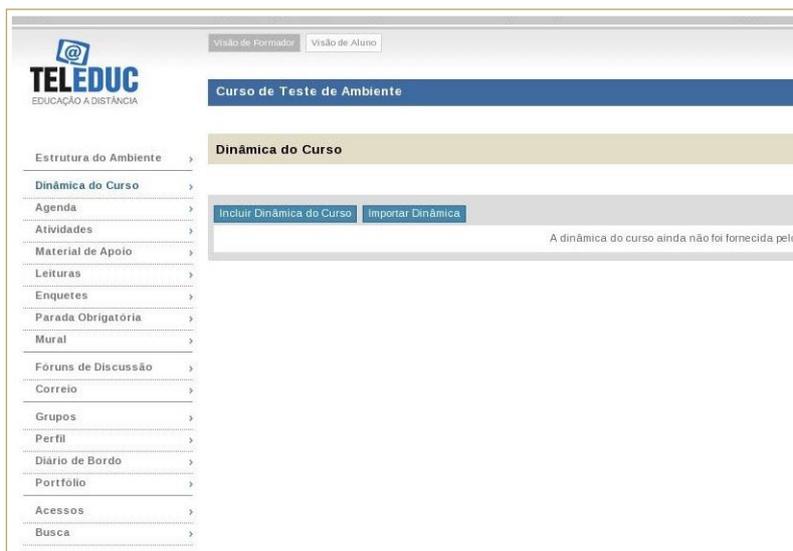


Figura 15 – Ferramenta Dinâmica do Curso

O TelEduc aceita qualquer formato de documento, imagem, vídeo, etc. O conteúdo das ferramentas de coordenação é atualizado no ambiente via transferência de arquivos (*upload*) e o formador pode então colocar o documento no formato que for mais conveniente ao conteúdo tratado.

Nessas ferramentas do ambiente, a inclusão de um documento é semelhante. Em cada uma existem os campos *Título*, para nomear o conteúdo; *Comentário*, para que o formador comente brevemente sobre o que se trata; *Arquivos anexos*, para incluir qualquer tipo de documento (texto, áudio, vídeo, etc.) e, finalmente, *Endereços da Internet*, que permite a indicação de uma página Web. A Figura 16 apresenta a tela de edição da ferramenta Atividades.

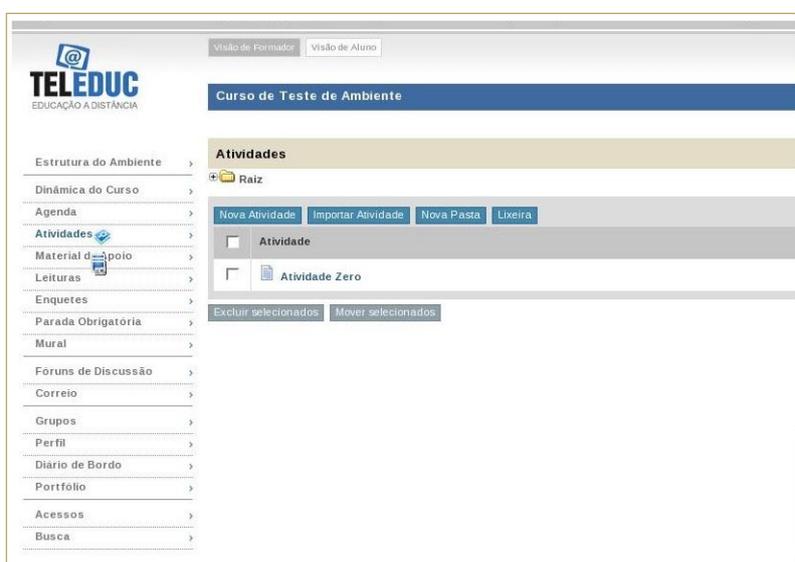


Figura 16 – Ferramenta Atividades

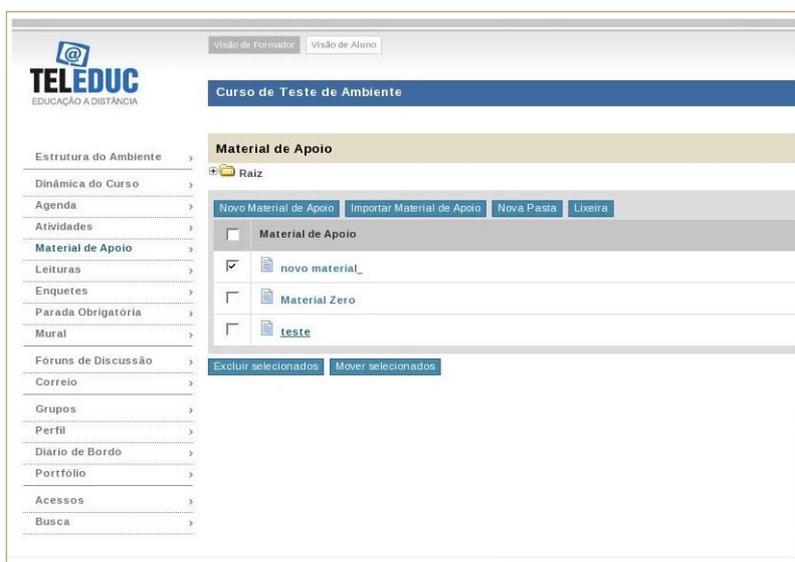


Figura 17 - Material de Apoio

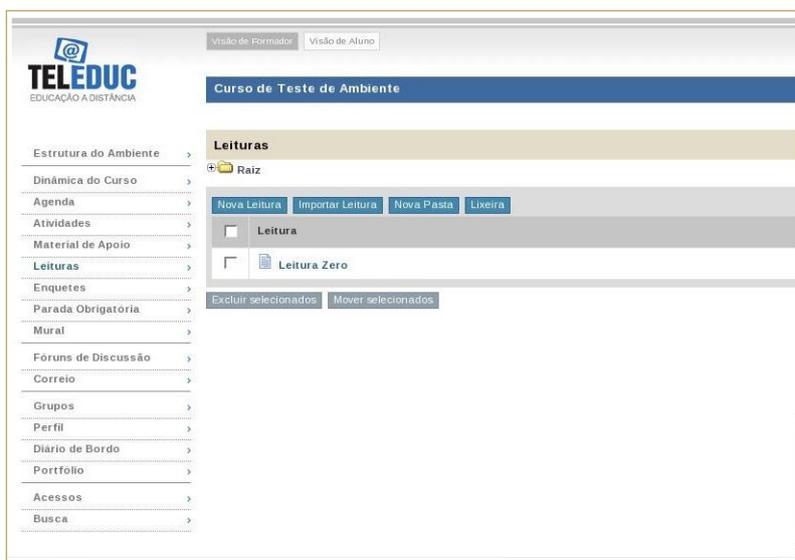


Figura 18 – Ferramenta Leituras

A ferramenta Parada Obrigatória (Figura 19) tem uma forte vinculação com a abordagem pedagógica usada pelo Nied em seus cursos. Funcionalmente é análoga à ferramenta Atividades e conceitualmente seu uso é feito em momentos do curso nos quais o formador tem necessidade de fazer um *fechamento* das principais ideias tratadas até então. Trata-se, portanto, de uma atividade especial que procura explorar o conteúdo já visto até um determinado momento do curso, integrando atividades e leituras que o aluno pode, eventualmente, ter percebido ainda como estanques ou não relacionadas.

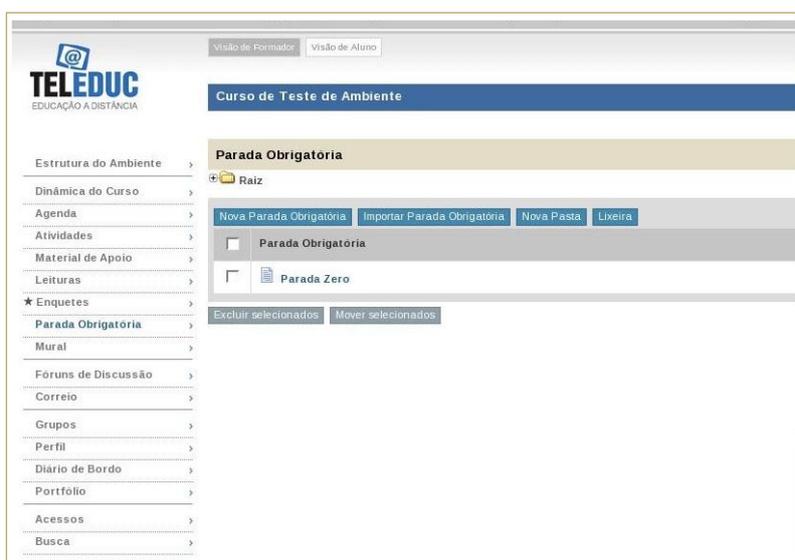


Figura 19 – Ferramenta Parada Obrigatória

Além destas ferramentas, existe o Mural (Figura 20), no qual recados gerais, como avisos de eventos ou *links* interessantes encontrados na Internet, podem ser anexados por qualquer participante do curso.

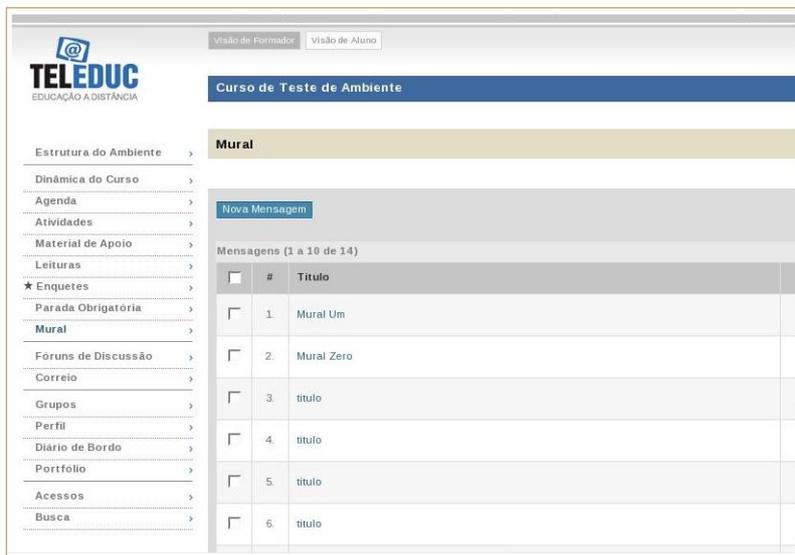


Figura 20 – Ferramenta Mural

No conjunto de ferramentas de comunicação, temos o Correio (Figura 12), o Bate-papo e os Fóruns de Discussão (Figura 21). Estas ferramentas são implementadas em formato semelhante àquelas usualmente encontradas na Internet. Todas são internas ao ambiente, ou seja, para se ter acesso às mensagens do Correio, é preciso estar conectado ao TelEduc.

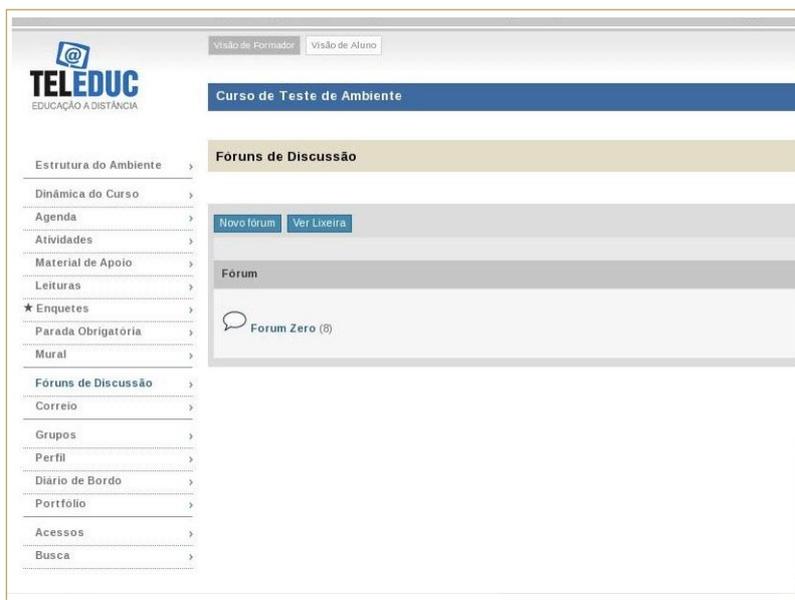


Figura 21 - Fórum de Discussão

Os formadores têm total liberdade de criar, eliminar e configurar Fóruns de Discussão de acordo com tópicos que julguem relevantes serem discutidos por meio deste tipo de ferramenta (Figura 21).

Os fóruns podem ser eliminados ou então fechados (permanecendo configurados somente para leitura). O conteúdo de um fórum pode ser totalmente exibido, impresso ou armazenado como um arquivo HTML. Estas funcionalidades são importantes, no sentido de viabilizar que uma discussão, muitas vezes extensa, possa ser vista como um “objeto” para se refletir sobre, abstraindo ideias principais que foram geradas.

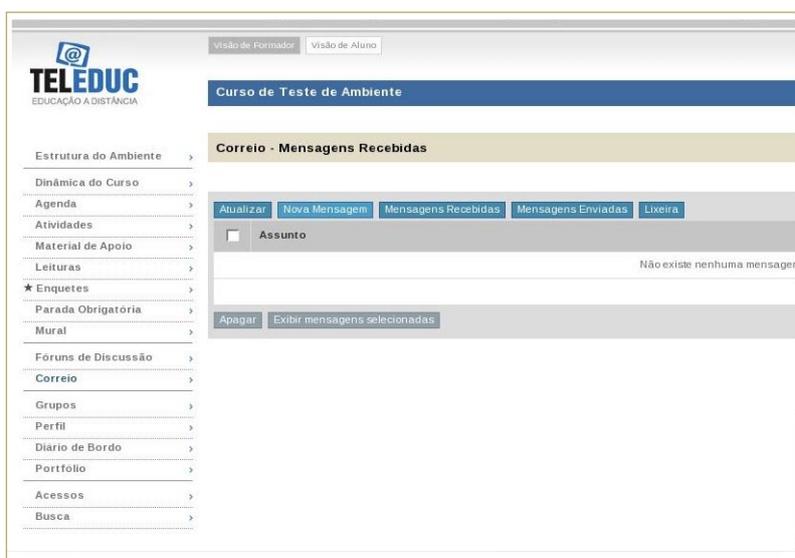


Figura 22 – Ferramenta Correio

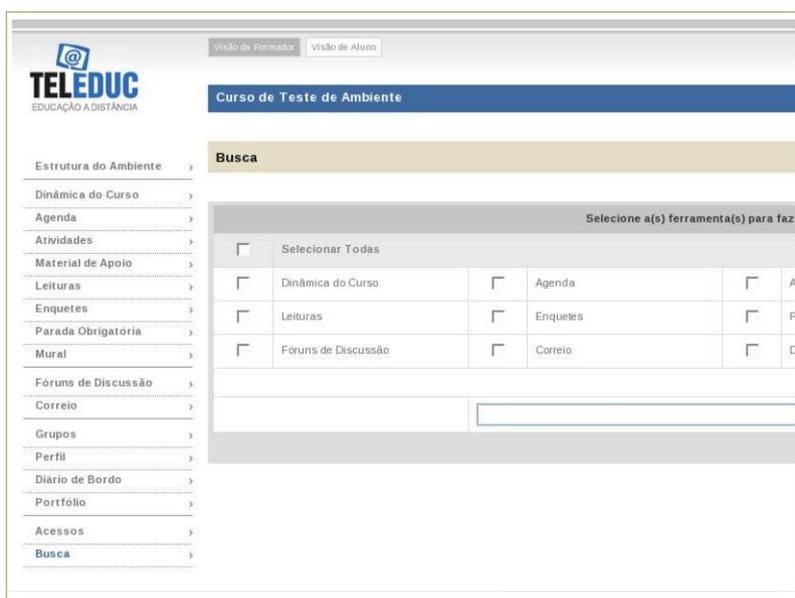


Figura 23 – Ferramenta Busca

Também como ferramenta de comunicação, o ambiente TeleEduc contém o Portfólio, que computacionalmente pode ser visto como um espaço em disco no servidor TelEduc no qual o aluno pode disponibilizar suas informações (Figura 24). Seu objetivo é prover um mecanismo para o aluno comunicar ao grupo e/ou ao formador o resultado de seu trabalho e receber comentários e sugestões.

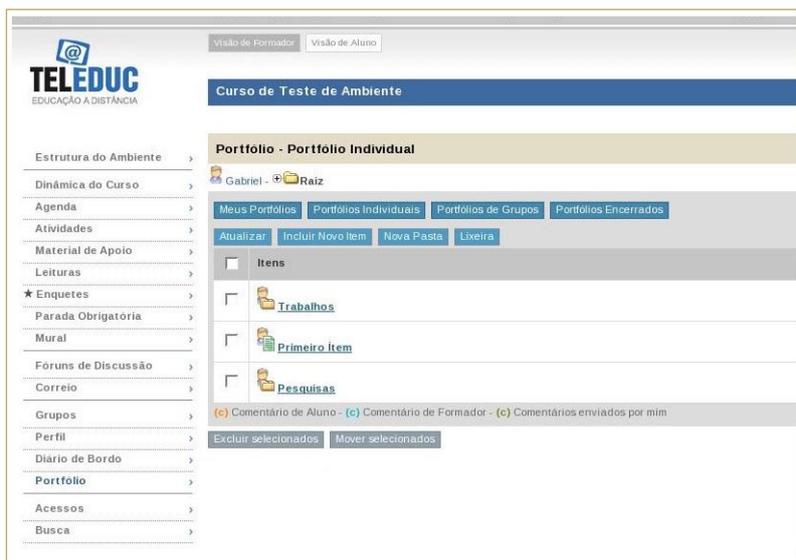


Figura 24 – Ferramenta Portfólio

Neste espaço o aluno disponibiliza textos, respostas de atividades, URLs etc. e decide que tipo de compartilhamento deseja usar: o *totalmente compartilhado* possibilita que todos os participantes do curso possam ter acesso e comentar seu trabalho; o modo *compartilhado com formadores* permite o acesso somente pelo grupo de formadores do curso; e o *não compartilhado* não permite acesso a outras pessoas ou aos não componentes de um grupo, no caso de portfólios de grupos. Esta última opção é usada quando o aluno ou grupo ainda não conseguiu o resultado final, isto é, trata-se ainda de um trabalho em andamento que apenas está usando o espaço para armazenamento durante sua fase de construção.

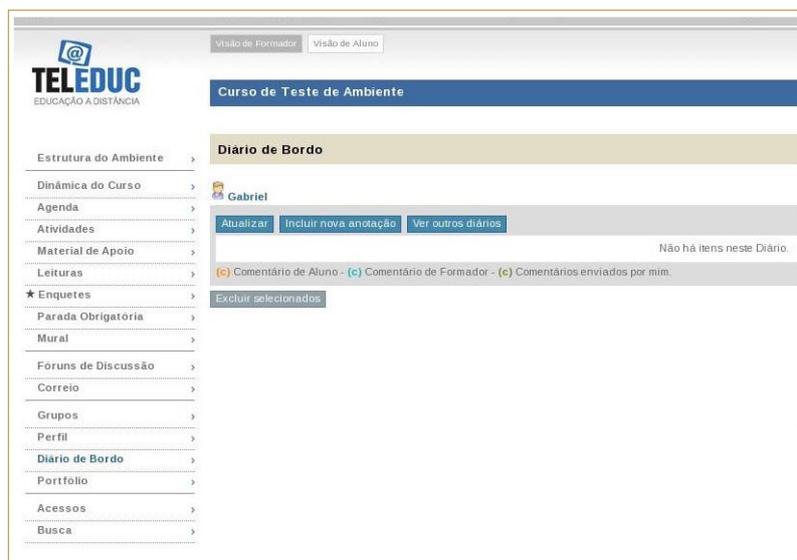


Figura 25 – Ferramenta Diário de Bordo

Duas outras ferramentas que podem ser consideradas de comunicação, mas que são bastante específicas da metodologia que fundamenta o TelEduc, são o Diário de Bordo e o Perfil. O uso da primeira (Figura 25) tem como objetivo oferecer um local em que o aluno possa fazer uma reflexão a respeito do seu processo de aprendizagem e receber comentários dos formadores.

Daí seu nome: *diário*, que sugere um diário pessoal e *bordo*, que evoca a ideia de percurso ao longo do curso.

Já a ferramenta Perfil (Figura 26) é usada para o aluno se apresentar ao grupo de forma bastante pessoal, colocando sua foto, dizendo quem é, do que gosta, o que faz, seus *hobbies*, sua família, sua cidade etc. e eventuais informações extras solicitadas pelos formadores.

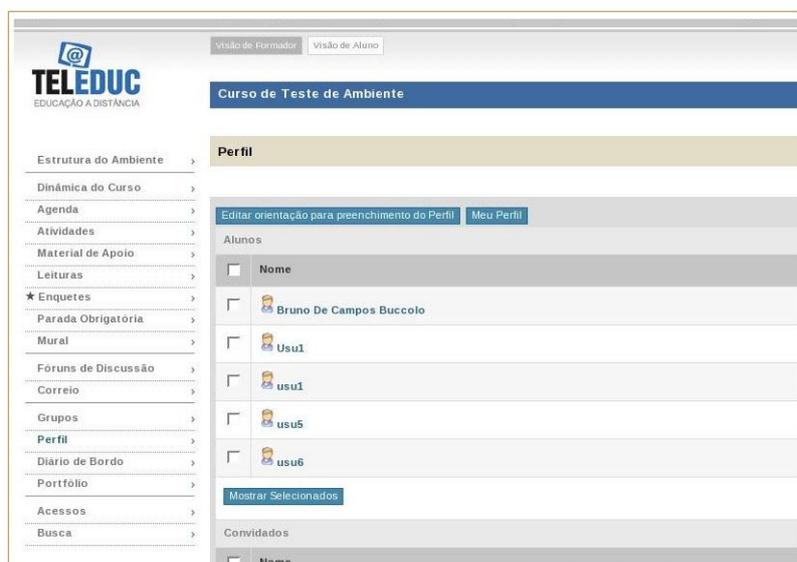


Figura 26 – Ferramenta Perfil

### 1.3. AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM TIDIA – AE

Em agosto de 2004, iniciou-se o projeto Aprendizado Eletrônico situado dentro do esforço da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) de realizar um projeto cooperativo de pesquisa induzida dentro do programa Tidia na área de tecnologia da informação e redes de computadores.

Tidia – Ae (Tecnologia da Informação no Desenvolvimento da Internet Avançada - Aprendizado Eletrônico), assim, é definida como “ambiente virtual de aprendizagem dotado de um conjunto de ferramentas que permitem o desenvolvimento das mesmas atividades pedagógicas realizadas em sala de aula no ambiente eletrônico da Internet”. Seu objetivo foi o de encontrar soluções flexíveis de grande impacto social e de baixo custo devido à utilização de plataformas livres no seu desenvolvimento. O intuito foi desenvolver um ambiente de colaboração e ferramentas de suporte e apoio ao ensino e a aprendizagem com interações presenciais e a distância, síncronas e assíncronas (INFORMATIVO TIDIA – AE, 2004). Assim, sua filosofia se expressa numa arquitetura baseada em ferramentas individuais agregadas ao ambiente de acordo com as necessidades do usuário, o que torna fácil sua elaboração, implementação, manutenção e principalmente sua evolução, permitindo que novas funcionalidades sejam acrescentadas ao longo do tempo. Trata-se de uma plataforma orientada para a prestação de serviços, explorando ambientes colaborativos envolvendo interação a distância baseados no uso eficiente da Internet.

Tidia - Ae é um ambiente colaborativo que gerencia cursos e atividades de aprendizado, dando suporte ao ensino presencial e a distância. O sistema reúne ferramentas de *software* desenvolvidas especialmente para ajudar alunos, professores, instrutores e pesquisadores em suas ações. Usando um navegador *web*, os professores podem criar um curso que reúne suas necessidades de aprendizado por meio de um conjunto de ferramentas. Projeto Tidia – AE (2004).

O ambiente virtual de aprendizagem (AVA) TIDIA Ae é organizado em diferentes áreas de trabalho com distintas funcionalidades, permitindo que os usuários (educadores/alunos) possam criar cursos, gerenciá-los e participar de maneira colaborativa na execução de trabalhos, tarefas, pesquisas e projetos.

O ambiente possibilita ao usuário manter um perfil pessoal, uma agenda compartilhada, interagir com professores e/ou alunos via ferramentas, como chat ou videoconferência, realizar testes, disponibilizar e compartilhar conteúdo didático, entre outras formas de colaboração. O Ae é um ambiente colaborativo que gerencia cursos e atividades de aprendizado, dando suporte ao ensino

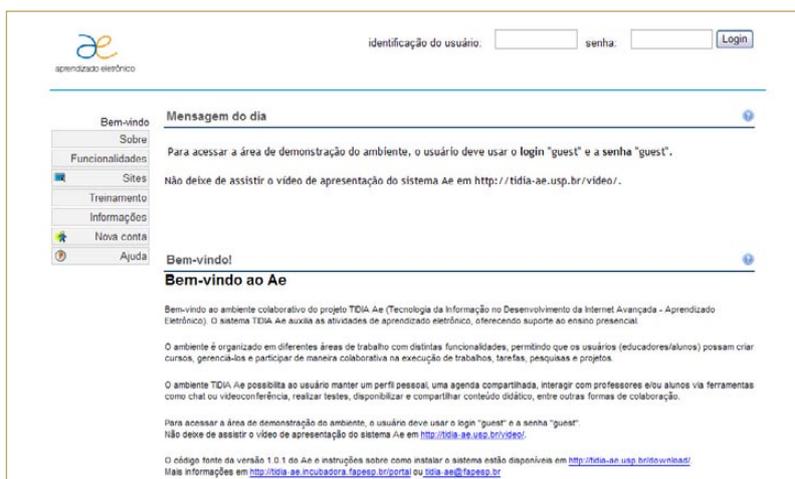
presencial e eletrônico. O sistema reúne ferramentas de software desenvolvidas especialmente para ajudar alunos, professores, instrutores e pesquisadores em suas ações. As ferramentas contemplam três grandes grupos: administração, coordenação e comunicação - além de conteúdos para aplicações específicas.

Usando um navegador *web*, os usuários podem criar um portal, que reúna suas necessidades de aprendizado, por meio de um conjunto de ferramentas. O ambiente Ae pode ser usado em várias situações, como, por exemplo:

- Um professor pode criar um *worksites* para realizar provas *on-line*, disponibilizar material para as aulas de forma que seus alunos acompanhem sua disciplina;
- Um gerente de projeto pode criar um *worksites* para fazer anúncios, compartilhar recursos via *web*, tais como documentos, *links* e outros;
- Um instrutor pode criar um *worksites* que sirva como local de discussão para que os estudantes colaborem em atribuições do curso;
- Um estudante pode criar um *worksites* da classe para trabalhar exercícios, discutir e executar experimentos *on-line*.

O ambiente Ae é o resultado dos esforços do projeto Tidia-Ae (reúne cerca de quarenta grupos de pesquisa no Estado de São Paulo) financiado pela FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo). Em parceria com o projeto Sakai ([www.sakai-project.org](http://www.sakai-project.org)), o sistema utiliza o núcleo básico Sakai para desenvolver sua plataforma e suas ferramentas colaborativas.

A Figura 27 apresenta a interface do AVA Tidia – Ae. O ambiente é organizado em diferentes áreas de trabalho com distintas funcionalidades, permitindo que os usuários (educadores) possam criar cursos, gerenciá-los e participar de maneira colaborativa na execução de trabalhos, tarefas, pesquisas e projetos. Seguindo o ideal de uso de ferramentas *open-source* no projeto, todas as *Workstations* de desenvolvimento foram configuradas com distribuições Linux e IDE Eclipse para desenvolvimento na linguagem Java e controle CVS.



**Figura 27** - Ambiente Colaborativo do Projeto TIDIA- Ae

Fonte: <http://tidia-ae.usp.br/portal>

A página inicial do ambiente está disponível em <http://tidia-ae.usp.br/portal>. Para acessar a área de demonstração do ambiente, o usuário deve usar o login "guest" e a senha "guest". Também, como recurso adicional, o usuário terá disponível um vídeo de apresentação do sistema Ae em <http://tidia-ae.usp.br/video>.

### 1.3.1. FUNCIONALIDADES

O Ae oferece uma variedade de ferramentas para serem utilizadas por seus usuários, incluindo:

FUNCIONALIDADES DO AVA TIDIA - AE	
Início	Mostra um resumo do estado das ferramentas do sistema, como avisos, e-mails, eventos agendados, chats realizados.
Avisos	Exibe avisos, críticas, elogios e informações.
Repositório/ Material do curso	Armazena os materiais dos cursos.
Assignments	Gerencia atribuições e recebe submissão on-line.
Bate-papo	Participação em tempo real de conversas via chat com um grupo de pessoas.
Discussão	Permite a discussão entre usuários, mas não em tempo real.
Fóruns	Participação em fóruns com um grupo de pessoas.
Glossário	Permite que alunos, instrutores e professores compartilhem conhecimento.
Wiki	Permite o trabalho colaborativo.
Blogger	Permite a criação de Blogger.
Escaninho	Permite que alunos, instrutores e professores compartilhem arquivos e documentos de forma privada.
Caixa de mensagens	Mantém um histórico de todos os e-mails enviados para a lista de e-mail do worksite.
Comunicador instantâneo	Permite que alunos, instrutores e professores participem em tempo real de conversas via chat.
Quadro de Notas	Calcula o histórico de notas.
EVO	Sistema de Colaboração. O principal objetivo do EVO é cumprir plenamente com os requisitos de usabilidade, qualidade, escalabilidade, capacidade de adaptação a uma ampla gama de ambientes de trabalho, confiabilidade e custo.
Ajuda	Acesso aos tutoriais de ajuda.
Associação aos Worksites	Seleção de sites que o usuário deseja participar.
Avaliações	Permite a visualização das avaliações realizadas.
Preferências	Possibilita o ajuste de fusos horários, ordem das abas, etc.
Profile	Espaço no qual os usuários podem publicar informações pessoais, incluindo foto.
Recursos	Adição de documentos e endereços de websites (URLs) para o seu worksite.
Atividades	Permite o desenvolvimento de atividades.
Participantes	Disponibilização da lista dos participantes no site.
Cronograma	Possibilita a visualização e marcação de datas e de fins de prazos importantes no calendário do worksite.
Informação de turma	Controla seções ou grupos dentro de um site.
Site Informação	Mostra o perfil do worksite e a lista dos participantes.
Conteúdo Programático	Cria um plano de estudos para o worksite.
Exercícios	Cria, administra e corrige testes e quizzes on-line, além disso alimenta automaticamente o quadro de notas.
Busca	Permite pesquisar informações referentes ao curso.
Conferências	Permite participação em conferências via web.
Videoconferência	Permite assistir videoconferência via web.
Links	Inclui índices externos de portais em seu worksite.
News	Lê notícias de sites em formato RSS.
Sistemas Administrativos	Importa turmas cadastradas nos sistemas administrativos das instituições de ensino para o ambiente Ae.
NetLab	Agenda e gerencia recursos, experiências e laboratórios.
LARC	Laboratório de Arquitetura e Redes de Computadores.
Sistema COL	Área do aluno com informações sobre seu curso.

**Tabela 4** – Ferramentas integrantes do AVA Tidia - Ae

A seguir serão apresentadas algumas telas contendo as ferramentas descritas acima.

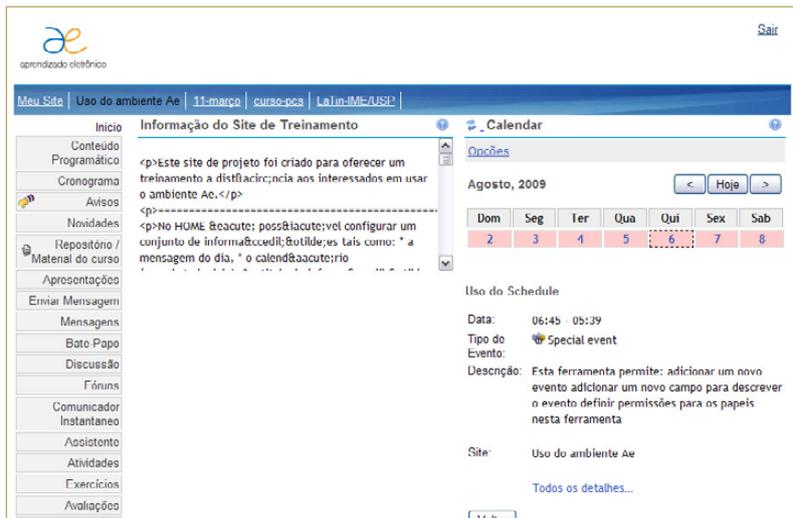


Figura 28 – Ferramenta Informações

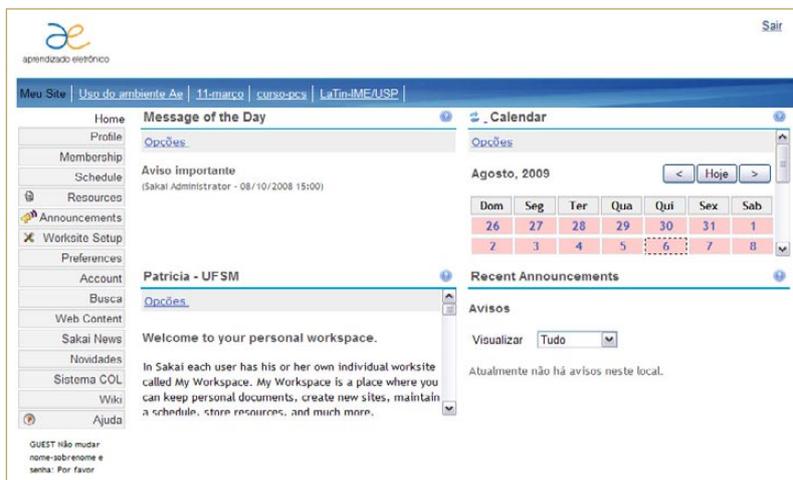


Figura 29 - Mensagem do dia



Figura 30 – Ferramenta Avisos

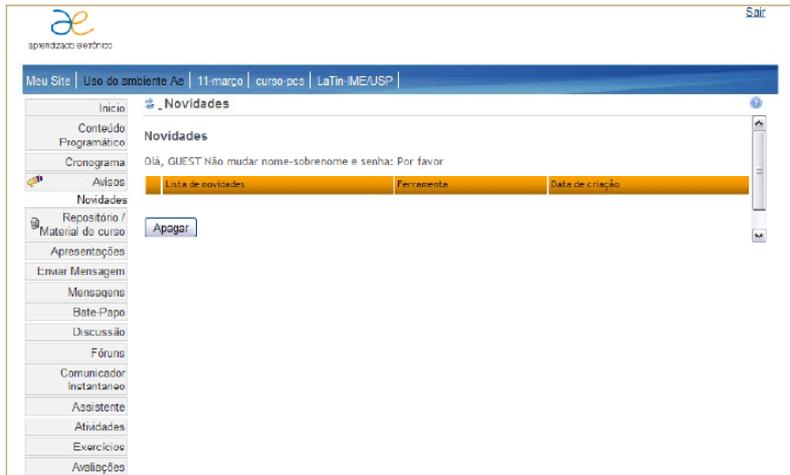


Figura 31 – Ferramenta Novidades



Figura 32 – Ferramenta Repositório

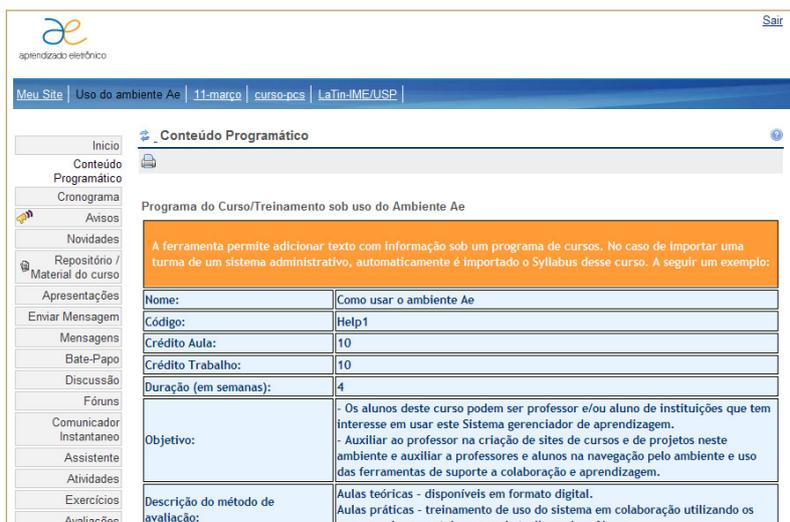


Figura 33 – Ferramenta Conteúdo Programático

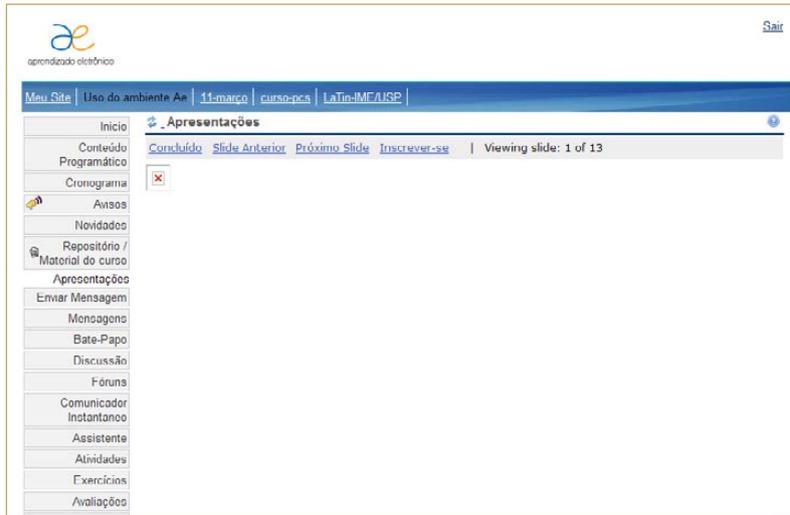


Figura 34 – Ferramenta Apresentações

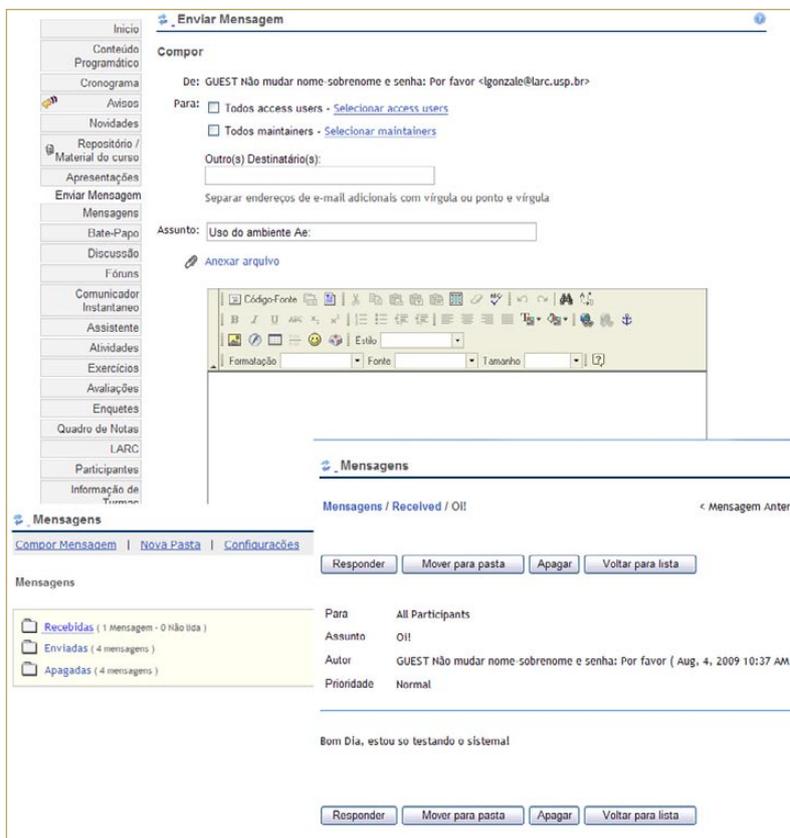


Figura 35 – Ferramenta Mensagem

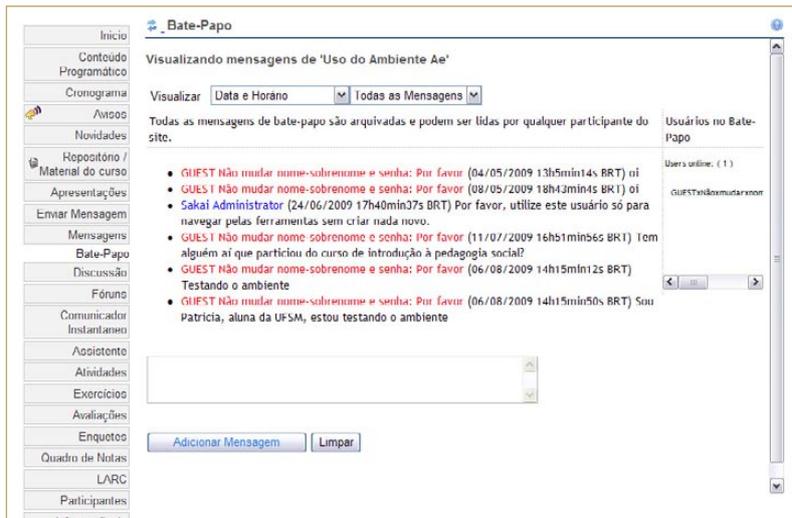


Figura 36 – Ferramenta Bate - papo

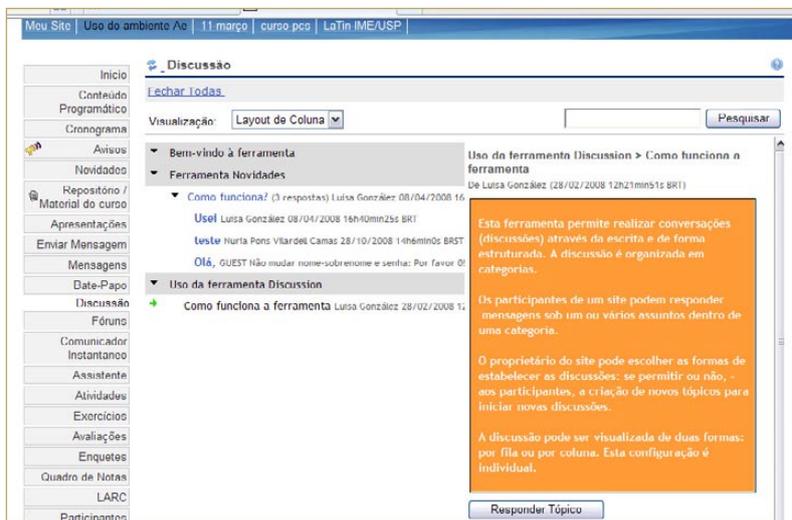


Figura 37 – Ferramenta Discussão

**Atividades**

Lista de Atividades

Visualizando 1 - 3 de 3 Itens

Título da Atividade	Estado	Aberta	Limite
<a href="#">Criar um site de curso</a>	Submitted 02/06/2008 15:14 - atrasado	29/03/2007 07:00	31/12/2007 17:00
entregar monografias	Não submetida	10/03/2009 12:00	16/03/2009 12:00
Criar um site de projeto	Submitted 02/06/2008 15:13	16/03/2009 12:00	16/03/2009 23:45

**Atividade - Submetida**

Título: Criar um site de curso

Aluno: GUEST Não mudar nome-sobrenome e senha: Por favor

Data de Submissão: 02/06/2008 15:14

Avaliação: Não Avaliada

Instruções: Criar um site de curso após ter estudado a apresentação que sob o uso do ambiente Ae foi disponibilizada neste site.

Texto original de submissão: xfsrty

[Voltar para lista](#)

Figura 38 – Ferramenta Atividades

**Exercícios**

**Avaliações**

Enviar Avaliação

Nenhuma avaliação está disponível.

Título	Data	Limite/Horário

**Avaliações Enviadas**

Nenhuma avaliação foi enviada.

Título	Data do Feedback	Nota	Tempo	Enviada

Figura 39 – Ferramenta Exercícios

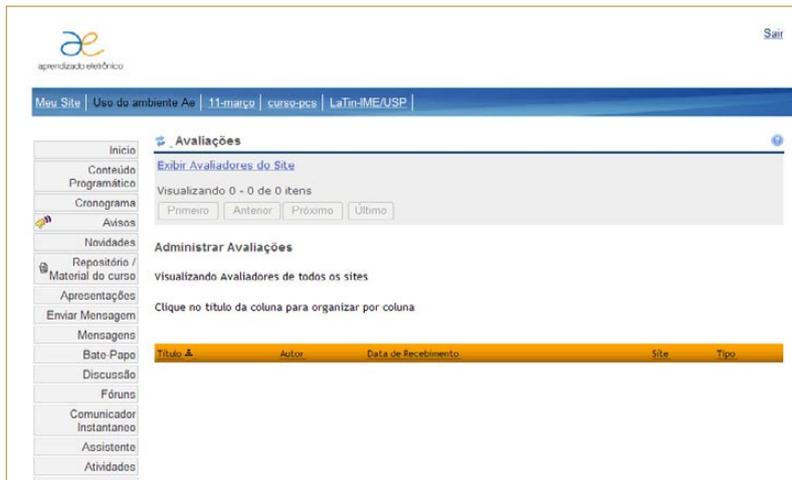


Figura 40 – Ferramenta Avaliações

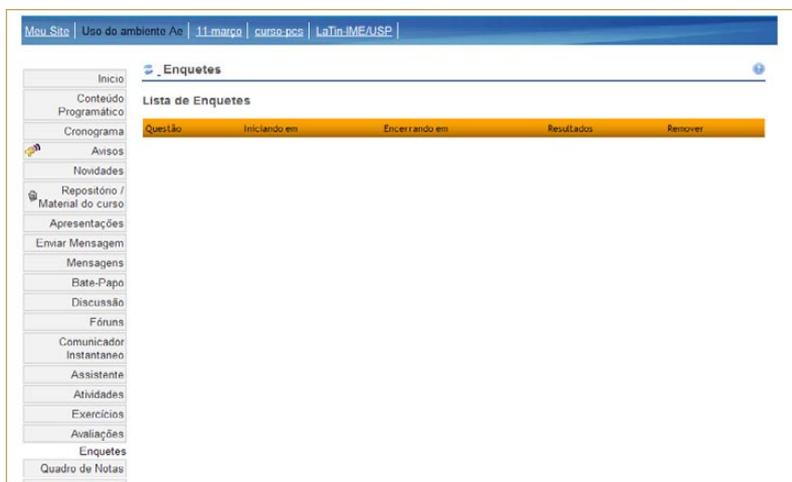


Figura 41 – Ferramenta Enquetes



Figura 42 - LARC



Figura 43 – Ferramenta Participantes

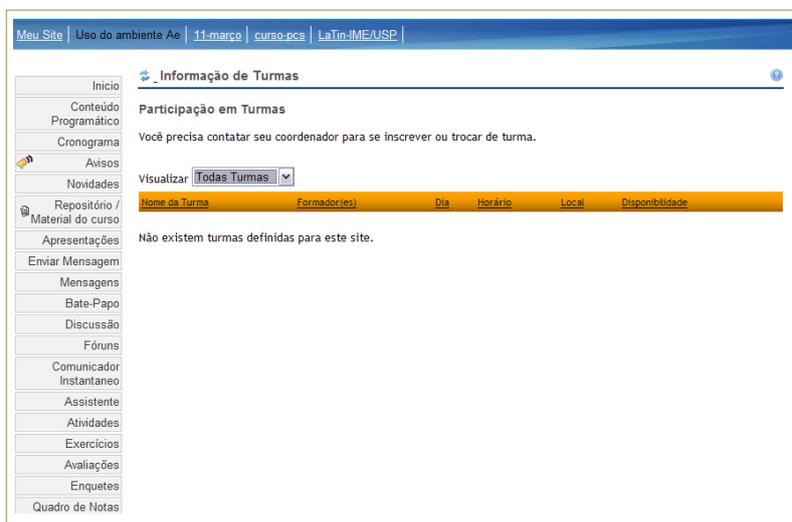


Figura 44 – Ferramenta Informação de Turmas

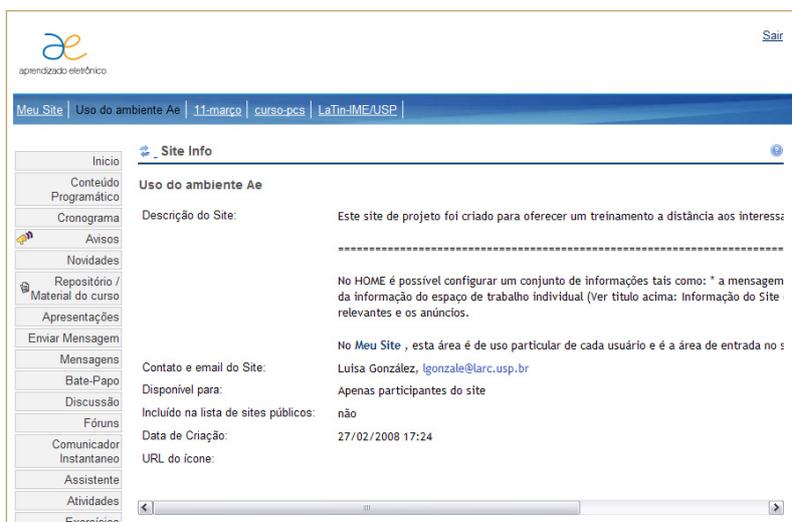


Figura 45 – Ferramenta Informações do Site



Figura 46 – Ferramenta Glossário

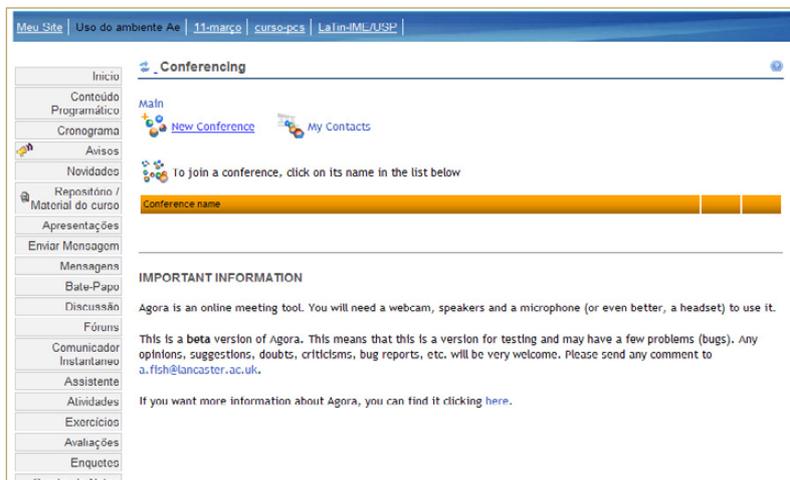


Figura 47 – Ferramenta Conferência



Figura 48 - Sistema COL

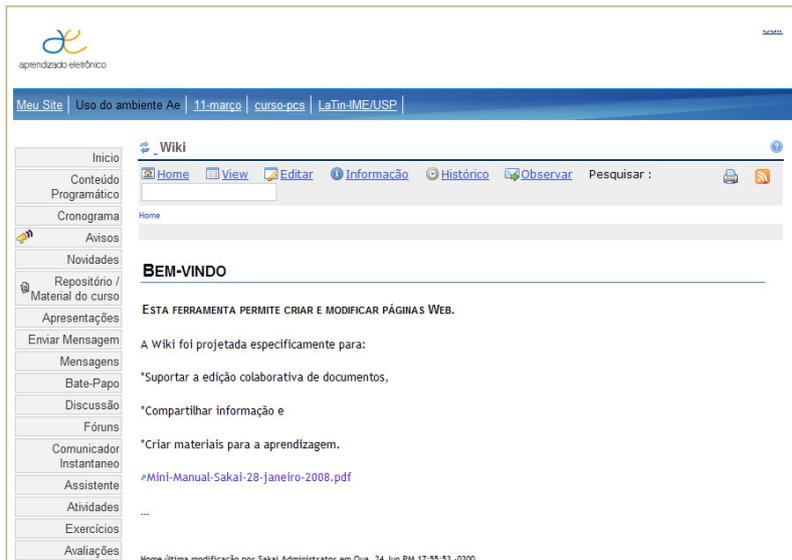


Figura 49 – Ferramenta Wiki

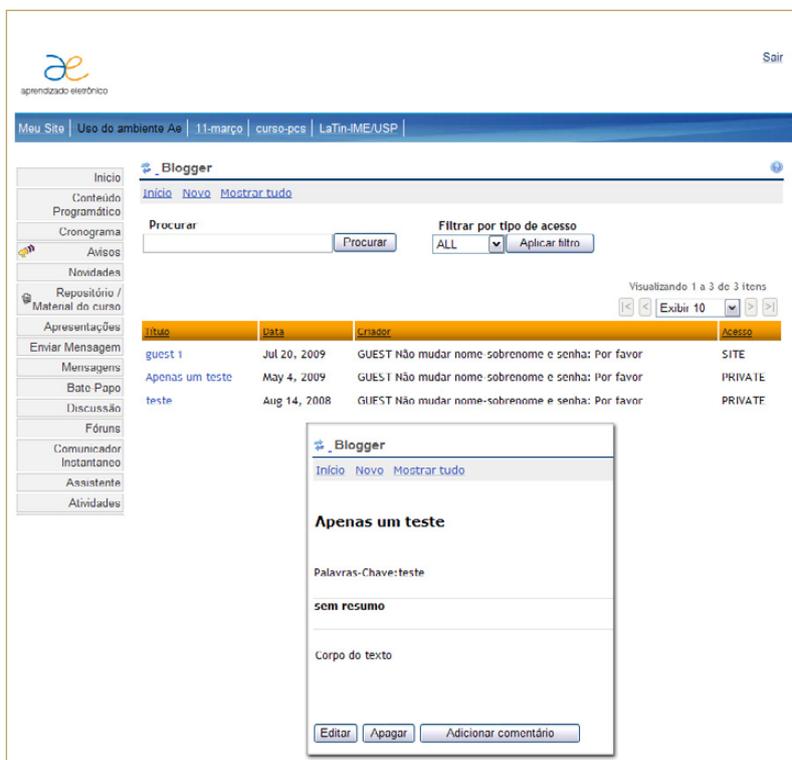


Figura 50 – Ferramenta Blogger

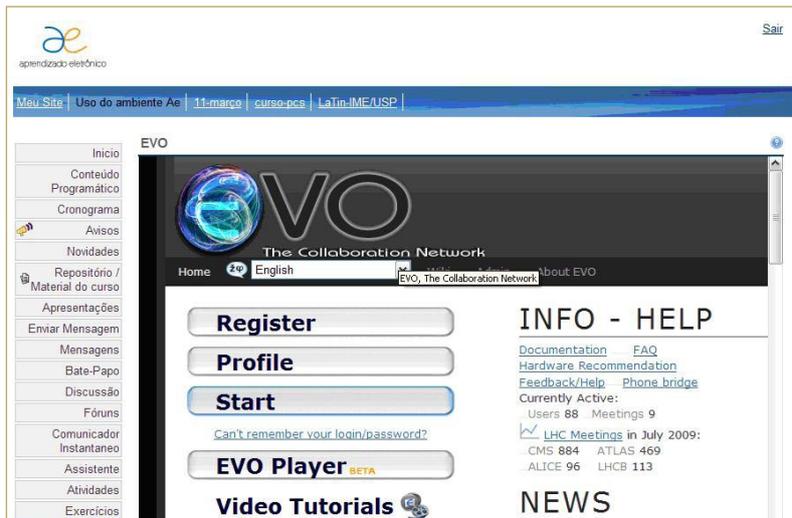


Figura 51 - EVO

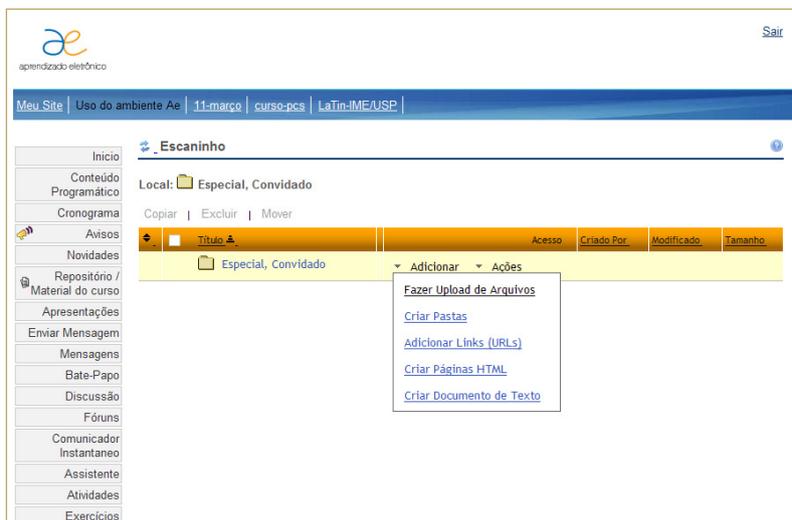


Figura 52 – Ferramenta Escaquinho

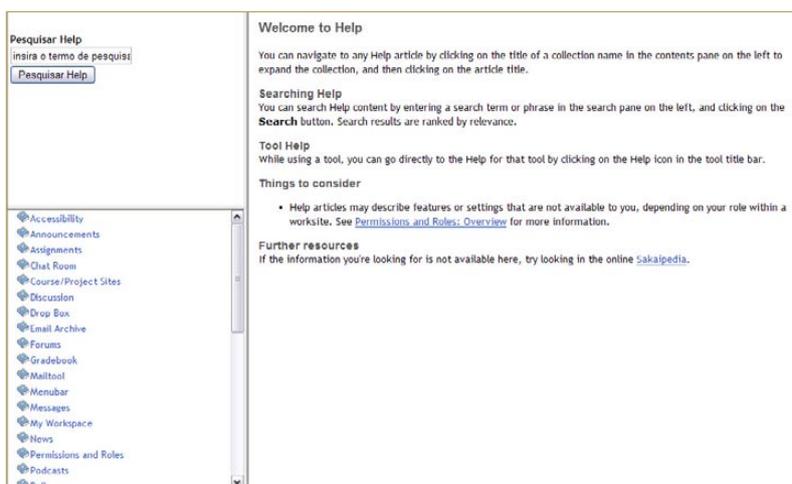


Figura 53 – Ferramenta Ajuda

O Ae é versátil e fácil de usar. O usuário tem a opção de acessar também a página com os vídeos de demonstração das ações básicas oferecidas pelo sistema em <http://tidia-ae.usp.br/videodemo>.

### 1.3.2. BEM-VINDO À SEÇÃO DE VÍDEO DE DEMONSTRAÇÃO

Com os vídeos de demonstração, você poderá ver algumas ações em ferramentas e funcionalidades do ambiente Ae.

AÇÃO	DESCRIÇÃO	FERRAMENTA	ENDEREÇO DO VÍDEO
Acessar o ambiente	Para ter acesso ao ambiente, é necessário entrar com login e senha. Caso não tenha, é possível se cadastrar.	"New account"	<a href="http://tidia-ae.usp.br/videodemo/videos/01/index.htm">http://tidia-ae.usp.br/videodemo/videos/01/index.htm</a>
Criar worksite	Criar um worksite a partir de informações já armazenadas em um sistema administrativo.	"Sistemas administrativos"	<a href="http://tidia-ae.usp.br/videodemo/videos/02ab/index.htm">http://tidia-ae.usp.br/videodemo/videos/02ab/index.htm</a>
Criar worksite manualmente	Criar um worksite e configurar todas as suas informações desde o início.	"Worksite setup"	<a href="http://tidia-ae.usp.br/videodemo/videos/02d/index.htm">http://tidia-ae.usp.br/videodemo/videos/02d/index.htm</a>
Excluir worksite	Como excluir um worksite e suas informações.	"Worksite setup"	<a href="http://tidia-ae.usp.br/videodemo/videos/02c/index.htm">http://tidia-ae.usp.br/videodemo/videos/02c/index.htm</a>
Adicionar participantes	Inserir participantes em um worksite.	"Site info"	<a href="http://tidia-ae.usp.br/videodemo/videos/03/index.htm">http://tidia-ae.usp.br/videodemo/videos/03/index.htm</a>
Reutilizar material	Importar material de outros worksites.	"Site info"	<a href="http://tidia-ae.usp.br/videodemo/videos/04/index.htm">http://tidia-ae.usp.br/videodemo/videos/04/index.htm</a>
Compartilhar arquivos	Compartilhar arquivos e pastas armazenadas no Repositório.	"Repositório"	<a href="http://tidia-ae.usp.br/videodemo/videos/05/index.htm">http://tidia-ae.usp.br/videodemo/videos/05/index.htm</a>
Depósito de tarefas	Como depositar tarefas e compartilhar arquivos e documentos de forma privada.	"Escaninho"	<a href="http://tidia-ae.usp.br/videodemo/videos/06/index.htm">http://tidia-ae.usp.br/videodemo/videos/06/index.htm</a>
Atividades de avaliação	Criar atividades, gerenciar atribuições e receber submissões on-line.	"Atividades"	<a href="http://tidia-ae.usp.br/videodemo/videos/07a/index.htm">http://tidia-ae.usp.br/videodemo/videos/07a/index.htm</a>
Exercícios de avaliação	Criar, administrar e corrigir testes e exercícios on-line, atualizar automaticamente o Quadro de Notas.	"Exercícios"	<a href="http://tidia-ae.usp.br/videodemo/videos/07b/index.htm">http://tidia-ae.usp.br/videodemo/videos/07b/index.htm</a>
Gerenciar notas	Registra e calcula o histórico de notas	"Quadro de notas"	<a href="http://tidia-ae.usp.br/videodemo/videos/07c/index.htm">http://tidia-ae.usp.br/videodemo/videos/07c/index.htm</a>
Criar e editar cronogramas	Inserir eventos, compartilhar e importar cronogramas.	"Cronograma"	<a href="http://tidia-ae.usp.br/videodemo/videos/08/index.htm">http://tidia-ae.usp.br/videodemo/videos/08/index.htm</a>
Enviar mensagens	Enviar mensagens para usuários do ambiente.	"Mensagens"	<a href="http://tidia-ae.usp.br/videodemo/videos/09/index.htm">http://tidia-ae.usp.br/videodemo/videos/09/index.htm</a>

**Tabela 5** – Vídeos de demonstração

## MÓDULO II

### 2. MOBILE LEARNING (M-LEARNING)

Nas últimas décadas, tem-se vivenciado o surgimento de uma sociedade móvel e conectada, com uma variedade de fontes de informação e modos de comunicação disponível. De acordo com os autores Tarouco e Meirelles (2005) *apud* Naismith *et al* (2004),

Tecnologias móveis estão sendo incorporadas de forma ubíqua e em rede, permitindo interações sociais relevantes, sensíveis ao contexto e possibilitando conectividade com a Internet. Tais tecnologias podem ter um grande impacto na aprendizagem.

Os estudantes poderão mover-se cada vez mais para fora da sala de aula em direção a um ambiente de aprendizagem, real ou virtual, caracterizado por uma aprendizagem contextualizada, personalizada e colaborativa.

O surgimento de novas tecnologias aumenta a complexidade dos ambientes virtuais de aprendizagem, neste sentido, estes necessitam adaptar-se a uma computação altamente dinâmica, na qual o ambiente está em constante mudança em função da mobilidade do usuário. Assim, abriu-se espaço ao surgimento de um novo paradigma computacional: a computação pervasiva, disponibilizando acesso à computação de forma natural ou invisível (sem a necessidade de ações conscientes para essa finalidade), em todo lugar e tempo.

A computação pervasiva surge como um modelo computacional que visa a integrar de forma transparente os vários componentes de *hardware* e *software* já existentes. Em vez de o usuário ter de entrar no mundo virtual para usar a ferramenta, esta é que se integra ao mundo do usuário, fazendo com que este não precise de conhecimento específico para operá-la.

De acordo com os autores Ogata (2004) e Rogers (2005),

Os ambientes virtuais de aprendizagem precisam evoluir para este novo modelo, suportando processos educacionais em qualquer lugar e tempo, tanto virtual, quanto real do aprendiz. Esse novo modelo educacional denomina-se Educação Ubíqua (*Ubiquitous Learning*).

O processo de ensino-aprendizagem deve ser concebido de forma a permitir uma perfeita integração entre os utensílios tecnológicos e as ações de aprendizagem utilizadas na educação. Existe uma composição harmoniosa entre o modelo conceitual de aprendizagem e as ferramentas tecnológicas utilizados para atingir os objetivos da aprendizagem.

O avanço das tecnologias de informação e comunicação tem estimulado o desenvolvimento das mais diversas e inovadoras formas de difundir conhecimento através da *World Wide Web*. Consequência dessa evolução, a educação a distância tomou um novo impulso que favoreceu a disseminação e a democratização

do acesso à educação em diferentes níveis e formas de interação e aprendizagens. Diante disso, ocorre a necessidade de se criarem redes de suporte constantemente acessíveis, capazes de disponibilizar dinamicamente e de forma permanente os materiais produzidos, permitindo contatos síncronos e assíncronos. Fica assegurada, portanto, a disponibilização de informações e documentos para a construção autônoma e colaborativa do conhecimento.

Neste contexto, discute-se hoje o conceito de Aprendizagem com Mobilidade – *Mobile Learning* ou *M-Learning* definida como:

processos de aprendizagem que ocorrem, necessariamente apoiados pelo uso de TICS (tecnologias de informação móveis) e que têm como característica fundamental a mobilidade de atores humanos, que podem estar fisicamente/geograficamente distante de outros atores e também de espaços físicos formais de educação, tais como salas de aula, salas de treinamento ou local de trabalho (BOWKER, 2000; KOSCHEMBAHR, 2005).

Seu grande potencial encontra-se na utilização da tecnologia móvel como parte de um modelo de aprendizado integrado, caracterizado pelo uso de dispositivos de comunicação sem fio, de forma transparente e com alto grau de mobilidade (AHONEN, SYVÄNEN, 2003).

O *M-Learning* é a fusão de diversas tecnologias de processamento e comunicação de dados que permite ao grupo de estudantes e aos professores uma maior interação. Sintetizando, *M-learning* é uma nova forma de interação por meio de dispositivos móveis, como celulares, PDAs, leitores de áudio digital, câmaras de vídeo, computadores portáteis, *smartphones*, etc. Segundo Silva e Consoletto (2004) *apud* Mendes *et al.* (2006), o *Mobile Learning* é um desenvolvimento do *e-learning*, ou aprendizagem por meios eletrônicos.

O futuro se direciona para os dispositivos móveis, pôde-se perceber um aumento significativo na utilização destes para diversas finalidades. Em particular, dispositivos de comunicação sem fio oferecem uma extensão natural da educação a distância via computadores, pois contribuem para a facilidade de acesso ao aprendizado, por exemplo, na obtenção de conteúdo específico para um determinado assunto, sem hora e local pré-estabelecidos.

Devido à crescente utilização de dispositivos móveis, aplicações que eram conhecidas apenas em ambiente *desktop*, passaram a ser disponibilizadas neste novo tipo de plataforma. Além de aplicações, tornou-se possível também o pleno acesso à Internet, facilitando ainda mais o alcance aos mais variados tipos de informações.

Nesse sentido, tornou-se possível o surgimento de novos ambientes de programação focados neste tipo de equipamento, onde é possível desenvolver aplicações quase que totalmente independentes de dispositivo e fabricante. Esta “generalização”, referente ao desenvolvimento de dispositivos móveis, permitiu que surgissem aplicações que eram conhecidas apenas em ambiente *desktop*,

as quais passaram a estar também disponíveis neste novo tipo de plataforma. Desta forma, o *M-Learning* surge como uma importante alternativa de ensino e treinamento a distância, do qual podem ser destacados os seguintes objetivos:

- Prover acesso aos conteúdos didáticos em qualquer lugar e a qualquer momento, de acordo com a conectividade do dispositivo;
- Expandir as estratégias de aprendizado disponíveis, através de novas tecnologias que dão suporte tanto à aprendizagem formal como à informal;
- Fornecer meios para o desenvolvimento de métodos inovadores de ensino e de treinamento, utilizando os novos recursos de computação e de modalidade;
- Portabilidade e facilidade de transporte;
- Elimina o retrabalho no ingresso de informações;
- Interatividade: Segundo Rossou (2004), a interatividade é a razão de ser de um mundo virtual. Nesse contexto, a interatividade está associada à habilidade do usuário escolher um caminho dentro do mundo virtual, podendo navegar livremente e manipular os objetos;
- Portabilidade (Heterogeneidade): A aplicação pode ser executada em diferentes plataformas, característica presente tanto na computação móvel como na realidade virtual (LUCHINI, 2004). A aplicação deve ser compatível tanto com telefones celulares quanto com PDAs, suportando diferentes sistemas operacionais;
- Facilidade de uso.

A aplicação deve ser simples e fácil de usar, pois o usuário não tem como atividade fim a utilização da aplicação móvel, e sim através dela atingir uma determinada finalidade. Isso é importante principalmente quando se é levada em consideração a complexidade de aplicações com recursos de realidade virtual (AVELLIS, 2003).

## 2.1 DISPOSITIVOS PARA M- LEARNING

Atualmente, o uso de dispositivos móveis no processo de ensino e aprendizagem caracteriza-se como uma promissora possibilidade. Diante disso, o que podemos esperar tanto em termos de inovações dos dispositivos tecnológicos, quanto em relação ao futuro das formas de educação em um mundo cada vez mais móvel?

Uma das características é a possibilidade imersiva do uso dessas tecnologias, isto é, o aluno poderá ter acesso a informações, estar em contato com alunos, professores, a qualquer momento e em qualquer lugar. Outra característica da aprendizagem com esses dispositivos é a própria mobilidade e a imersão, pois os estudantes podem fazer uso intenso dos computadores conectados à internet, não apenas em

laboratórios de informática com acesso uma ou duas vezes por semana, mas no uso em sala de aula, no desenvolvimento de projetos em grupos, em estudos e em casa. O uso de aparelhos móveis vai ao encontro dessas possibilidades, de imersão e mobilidade.

É fundamental que a introdução destes dispositivos no processo educacional seja acompanhada de mudanças expressivas nos métodos de ensino. Observa-se a necessidade de um maior envolvimento e preparação do professor ao inseri-los em seu contexto de atuação.

Ao trabalhar com dispositivo móvel na educação, é importante descobrir suas potencialidades e elaborar estratégias inovadoras, para introduzi-las no momento certo, de acordo com a necessidade do ambiente, além de atividades que serão propostas aos alunos, seja em cursos presenciais seja a distância, pois a utilização inadequada implicará barreiras e dificuldades para o desenvolvimento de uma aprendizagem efetiva.

Para Mendes, o uso de dispositivos móveis pode se constituir também de uma mensagem SMS, lembrando o aluno de uma data importante, a data de entrega de um trabalho, ou indicando a disponibilização de mais um módulo de curso na plataforma de *e-learning*. Neste contexto, segundo a autora, a modalidade é complementar ao sistema de *e-learning*.

Segundo Silva e Consolo (2004), *apud* Keegan *et al.* (2002) o telefone móvel está se transformando em um dispositivo para aprendizagem pessoal com acesso à internet. Uma ampla gama de possibilidades para manter o estudante a distância em contato a instituição, com os serviços de suporte, em contato com materiais e com seus colegas de aprendizagem, tanto no ambiente de aprendizagem propriamente dito como no trabalho, ou em viagens.

Com o recente avanço tecnológico na produção de dispositivos computacionais portáteis (PDAs e *PocketPCs*, telefones celulares, *TabletPCs* e *Smartphones*) e a instalação de infraestrutura para comunicação sem fio, pôde-se perceber um aumento significativo na utilização de dispositivos móveis para diversas finalidades. A seguir serão apresentados os seguintes dispositivos:

Telefone celular: é um exemplo do conceito de mobilidade, pois o proprietário de um telefone celular pode ser contatado em praticamente qualquer momento e em qualquer lugar, isto torna este aparelho um elemento muito importante que deve ser levado em consideração nos projetos de *m-learning*. Os telefones celulares 2.5G e 3G permitem, por exemplo, a execução de programas feitos em Java, a utilização de navegadores para internet com capacidade de utilizar dados em XML e a capacidade de realizar *download* de programas (VIVO ZAP, 2003).

*PDAs* e *PocketPCs*: permitem que os alunos portem uma quantidade maior de informação. Os atuais *PDAs* já contam com uma gama de acessórios que possibilitam o acesso a redes sem fio e às redes

de telefonia celular, bem como a ampliação do espaço de armazenamento e a utilização de diferentes aplicativos. Já existem *softwares* que possibilitam ao *PDA* tornar-se um livro eletrônico, de maneira que o aluno ou aprendiz possa descarregar em um *PDA* todo o conteúdo de um ou de vários livros e então lê-los quando desejar.

*TabletPCs*: são a evolução dos *laptops* e *notebooks*. Possuem as mesmas capacidades de um *notebook* e podem tornar-se um *desktop* quando acoplados a uma base especial. Desconectado de sua base, o *TabletPC* torna-se uma prancheta e toda a interação é feita através de sua tela sensível ao toque, dessa forma o equipamento recebe as informações, escrevendo-se diretamente sobre a tela usando-se uma caneta.

*Smartphone*: é um dispositivo móvel voltado para o meio corporativo e pessoal, com funcionalidades que superam os celulares comuns. Um dos principais recursos que se destaca nesse dispositivo é o acesso à internet, realizado por meio de tecnologias como *GPRS*, *EDGE*, *3G* e *Wi-Fi*.

À medida que os aparelhos de telefonia celular evoluírem, novas possibilidades serão criadas para a utilização destes dispositivos para o *M-Learning*.

Considerando a construção de soluções de Aprendizagem com Mobilidade, no âmbito tecnológico, devem ser analisados quais os serviços serão oferecidos para propiciar a aprendizagem, assim como as tecnologias que serão exploradas para disponibilizar esses serviços. Considera-se que devam ser priorizados os critérios de usabilidade, acessibilidade, mobilidade, colaboração/cooperação e localização.

Entre as características desejáveis dos softwares para *m-learning* estão: a consideração das limitações ainda existentes nos dispositivos móveis, especialmente em relação a questões de ergonomia e de conectividade, flexibilidade, simplicidade, agilidade, baixo custo de aquisição e manutenção, possibilidade de trabalho *on-line* e *off-line*. Ser multiplataforma e multiaparelho (poder ser acessado por diferentes dispositivos móveis) é outra característica valorizada. A Tabela 6 apresenta um quadro comparativo com os principais dispositivos utilizados na aprendizagem com mobilidade.

CARACTERÍSTICAS	CELULAR	PDA	SMARTPHONE
MODELO	LG KC910 3G	Palm Centro - GSM	Apple iPhone 3G
TECNOLOGIA	GSM GPRS EDGE (850/900/1800/1900 MHZ) WCDMA HSDPA 7.2 (850/2100)	QUADRI – BAND GSM GPRS EDGE (850/900/1800/1900 MHZ)	GSM GPRS EDGE (850/900/1800/1900 MHZ) WCDMA HSDPA 3.6 (850/1900/2100 MHZ)GPS
MEMÓRIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memória interna do aparelho 0,8MB;</li> <li>• Compatível com cartão de memória Micro SD, até 2GB;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memória compartilhada interna de 64 MB + cartão de memória removível</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memória interna de 8GB a 16GB</li> </ul>
CÂMERA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 8 MP multimídia touchscreen;</li> <li>• Câmera com detector de rostos, sorrisos e piscadas;</li> <li>• Câmera digital secundária;</li> <li>• Lente Schneider-Kreuznach;</li> <li>• Flash Xenon, auto-foco, foco manual e estabilizador de imagem;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Câmera digital integrada 1.3 MP com captura de vídeo (Zoom 2 vezes);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2.0 Megapixels;</li> </ul>
DISPLAY	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Display touchscreen de 3 polegadas;</li> <li>• Display colorido 262 mil cores;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Display colorido 320x320 Touch Screen, com TFT 65 mil cores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Display colorido 480x320;</li> <li>• Multitouch</li> </ul>
ACESSO A INTERNET	Wi-Fi -3G		Wi-Fi - 3G (WLAN 802.11 b/g)
FUNCIONALIDADES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suporte para e-mail: POP3, SMTP e IMAP;</li> <li>• Reprodução de vídeos em DivX e Xvid, gravação em DivX;</li> <li>• MP3 Player com cartão de 2GB;</li> <li>• Reconhecimento de escrita;</li> <li>• Sensor de movimento para jogos, fotos e vídeos;</li> <li>• A-GPS;</li> <li>• Agenda de compromissos;</li> <li>• Agenda telefônica 1000 contatos;</li> <li>• Alarme/Despertador;</li> <li>• Alerta vibratório;</li> <li>• Calculadora;</li> <li>• Calendário;</li> <li>• Cronômetro;</li> <li>• Hora mundial;</li> <li>• Viva-voz;</li> <li>• Dicionário interno T9 (texto preditivo – facilitador de entrada de texto);</li> <li>• Sincronização de dados com PC (através de software próprio);</li> <li>• Toques polifônicos;</li> <li>• Toques monofônicos;</li> <li>• Toques MP3;</li> <li>• Gravação de conversas;</li> <li>• Rádio FM (necessário fone de ouvido);</li> <li>• MP3 Player (MP3, AAC, AAC+, WMA);</li> <li>• Memória interna do aparelho: 100MB;</li> <li>• Compatível com cartão de memória Micro SD até 8GB.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visualizador e editor de arquivos Word, Excel, PowerPoint, PDF;</li> <li>• MP3 Player;</li> <li>• Agenda de compromissos;</li> <li>• Agenda telefônica – compartilha memória do telefone (64MB);</li> <li>• Alarme/Despertador;</li> <li>• Alerta vibratório;</li> <li>• Calculadora;</li> <li>• Calendário;</li> <li>• Hora mundial;</li> <li>• Viva-voz;</li> <li>• Dicionário interno T9 (texto preditivo facilitador de entrada de texto);</li> <li>• Sincronização de dados com PC (Através de Software Próprio);</li> <li>• USB;</li> <li>• Toques MP3;</li> <li>• Toques monofônicos;</li> <li>• Toques polifônicos;</li> <li>• Discagem por comando de voz;</li> <li>• Gravação e anotação de conversas/ anotações;</li> <li>• MP3 player;</li> <li>• Memória interna do aparelho: 64MB;</li> <li>• Compatível com cartão de memória Micro SD, com capacidade máxima de 4GB;</li> <li>• 2 jogos pré-carregados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agenda Telefônica Dinâmica (memória compartilhada);</li> <li>• Função iPod: Músicas e Vídeos;</li> <li>• Memória interna de 16GB (disponível para o usuário 14,4GB aproximadamente);</li> <li>• Navegação na WEB através do browser Internet (Safári);</li> <li>• Bluetooth;</li> <li>• GPS;</li> <li>• USB;</li> <li>• Agenda de compromissos;</li> <li>• Alarme/Despertador;</li> <li>• Sincronização com PC (através de Software próprio iTunes);</li> <li>• Alerta Vibratório;</li> <li>• Calculadora;</li> <li>• Calendário;</li> <li>• Cronômetro;</li> <li>• Hora Mundial;</li> <li>• Viva-voz;</li> <li>• Dicionário Interno da Apple;</li> <li>• Registro de chamadas discadas, recebidas e não atendidas;</li> <li>• Suporte para e-mail: Microsoft Exchange, Yahoo!Mail, Google Gmail, AOL, IMAP e POP.</li> </ul>
SIS. OPERAC.	Não especificado	Sistema operacional Palm OS 5.4.9	Iphone OS
PESO	Peso (g): 110g	Peso (g): 118g	Peso (g): 133g
DIMENSÃO	Dimensões (cm): 10,7 x 5,5 x 1,39 cm (comprimento x largura x espessura)	Dimensões (cm): 10,72 x 5,35 x 1,86 cm (comprimento x largura x espessura)	Dimensões (cm): 11,5 x 6,21 x 1,23 cm (comprimento x largura x espessura)
DURAÇÃO DA BATERIA	Modo digital: Até 3 horas de conversação e até 6 dias em stand-by	Modo digital: Até 3,5 horas de conversação e até 12,5 dias em stand-by	Modo digital: Até 5 horas (3G) ou 10 horas (2G) de conversação e até 12,5 dias em stand-by.
ACESSÓRIOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bateria;</li> <li>• Carregador de viagem;</li> <li>• Manual do usuário;</li> <li>• Certificado de garantia.</li> </ul> Opcionais: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cartão de memória de 2GB;</li> <li>• Fone de ouvido estéreo;</li> <li>• Cabo de dados e CD;</li> <li>• Película protetora de display;</li> <li>• Caneta Stylus Pen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bateria;</li> <li>• Carregador de viagem;</li> <li>• Manual do usuário;</li> <li>• Manual Smartmail;</li> <li>• Certificado de garantia.</li> </ul> Opcionais: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cabo USB de Sincronismo;</li> <li>• OPCIONAIS</li> <li>• Fone de ouvido estéreo;</li> <li>• Carregador veicular;</li> <li>• Estojos;</li> <li>• Kit Stylus;</li> <li>• Data CD;</li> <li>• Micro SD 1 / 2 / 4 GB.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bateria Interna (não removível)</li> <li>• Carregador;</li> <li>• Manual do usuário;</li> <li>• Fone estéreo;</li> <li>• Ferramenta para ejetar o SIM Card;</li> <li>• Cabo de dados USB.</li> </ul>

Tabela 6 - Comparativo dos dispositivos móveis (RIBEIRO, 2008)

### 2.1.1. LIMITAÇÕES DE PROCESSAMENTO

Apesar das inúmeras vantagens das aplicações móveis, pela execução em diferentes ambientes, elas trazem novos desafios para prover a funcionalidade que os usuários móveis esperam obter do sistema. Torna-se necessário ressaltar as limitações de tais dispositivos, tanto em relação aos recursos de *hardware* quanto aos de *software* e interatividade. Estas limitações decorrem de três fatores principais: recursos restritos dos equipamentos móveis, menor qualidade de transmissão das redes sem fio e dificuldades impostas pela mobilidade.

Os equipamentos móveis ainda apresentam um *hardware* restrito, seja por tamanho e peso seja por limitações de tecnologia (tela pequena, capacidade reduzida de processamento e de memória, ausência de disco rígido, necessidade constante de se recarregar as baterias).

Em relação à tecnologia de redes *wireless*, uma das principais dificuldades é a qualidade bastante variável da conexão, a largura de banda é mais estreita (quando os equipamentos sem fio se movem, outros problemas surgem: o usuário pode desconectar-se porque saiu da área de cobertura, e os serviços disponíveis podem variar de acordo com a sua localização. O sistema de comunicação deve saber localizar o usuário, que também não deve perceber, à medida que se move, que diferentes estações gerenciam seu acesso à rede). Conforme os autores Oliveira & Medina, 2007, p.3-4, serão destacadas algumas limitações em termos gerais.

Limitações de processamento:

Os telefones celulares mais atuais são equipados com processadores que atingem uma velocidade de cerca de 300MHz e a expectativa é que em breve superem os 500MHz. Já os PDAs disponibilizam velocidades superiores que esta, porém, para ambos os casos, tais velocidades são visivelmente menores que as atingidas por computadores *desktop*. Isto impede o desenvolvimento de aplicações que exijam um processamento rápido e de uma grande quantidade de dados.

Limitações de memória:

Uma grande quantidade de memória exige ainda um grande tamanho físico. Este fator é agravado quando tratamos de memórias para dispositivos móveis, pelo fato de estes serem equipamentos pequenos.

Limitações de tela:

Uma importante limitação tanto em telefones celulares como em PDAs é o tamanho da tela. Devido à pequena área de trabalho, as aplicações desenvolvidas para estes dispositivos não podem ultrapassar determinados limites tanto na horizontal, quanto na vertical, que variam conforme o aparelho. Ignorar tais limites acarretará o surgimento de barras de rolagem que tornam a interação com o usuário nada ergonômica.

Limitações de *software*:

Em relação aos recursos de *software*, estes são restritos aos limites funcionais do sistema operacional existente em cada dispositivo móvel. Estes sistemas são os responsáveis por prover recursos multimídia, gráficos, serviços relacionados à manipulação de dados, dentre outras funcionalidades.

Expectativa de usuário:

Devido ao fato de que todo recurso presente em dispositivos móveis está sempre disponível, ou seja, sem a necessidade de um tempo de espera de inicialização, como ocorre em sistemas *desktop*, os usuários de tais dispositivos são pouco tolerantes a grandes tempos de resposta. Isto acaba por influenciar consideravelmente o projeto de uma aplicação para este tipo de arquitetura, que deve buscar atingir uma boa expectativa do usuário.

Frente a estes problemas, uma série de soluções, em diferentes níveis, são propostas (PITOURA e SÂMARAS, 1998). Sob a ótica de uma arquitetura em camadas, adaptações podem ser feitas no nível de *hardware*, no nível do sistema operacional, dos protocolos de rede e no nível do *middleware*. Este é uma camada introduzida especificamente para fornecer a infraestrutura necessária para lidar com características da computação móvel, de tal forma que a mobilidade, as restrições dos equipamentos e a instabilidade da comunicação sem fio sejam transparentes para a aplicação.

Adaptações também podem ser introduzidas no próprio nível de aplicação, como, por exemplo, restringir a transmissão de determinados tipos de dados e algumas funcionalidades oferecidas pelo serviço. Uma vantagem neste caso é a de que, no nível de aplicação, tem-se um conhecimento melhor sobre a relevância e a prioridade de determinada tarefa e sobre a fidelidade que o usuário quer que seus dados tenham. A aplicação também é a camada mais adequada para interagir com usuário na escolha do tipo de adaptação. Em contrapartida, uma desvantagem relevante é que adaptações no nível da aplicação requerem a reimplementação desta, além de a mobilidade nunca ser totalmente transparente para o usuário.

## 2.2. PLATAFORMAS PARA A APRENDIZAGEM COM MOBILIDADE

A diversidade de plataformas para dispositivos móveis dificulta uma escolha adequada sobre qual delas utilizar. Uma vez que a decisão da plataforma está diretamente relacionada aos recursos disponíveis ao desenvolvedor, torna-se necessário um estudo das características de cada plataforma para identificar qual delas é mais adequada ao que está sendo desenvolvido. A seguir é apresentada uma análise comparativa das principais plataformas para o desenvolvimento de aplicações em dispositivos móveis.

### 2.2.1. FLASH LITE

*Flash Lite* (Adobe Systems Incorporated, 2006b) é uma tecnologia projetada para dispositivos móveis, que busca aliar uma boa *performance* de processamento com os poucos recursos apresentados

por tais dispositivos. Atualmente está disponível nas seguintes versões: *Lite* 1.0 e *Flash Lite* 1.1 e as mais recentes, 2.0 e 2.1. O *Flash Lite* está disponível em mais de 300 modelos de aparelhos, tendo sido pré-instalado em cerca de 200 milhões de dispositivos.

Segundo documento divulgado pela *Adobe*, dentre os vários recursos disponibilizados no *Flash Lite* 2, podemos destacar o suporte a conexões via *sockets*, manipulação de arquivos XML, suporte a *Actionscript* 2.0, formatação de texto melhorada e suporte a Unicode. Além disso, possui recursos de multimídia (imagem, áudio e vídeo) e armazenamento de dados para reuso (ADOBE SYSTEMS INCORPORATED, 2007).

Além disso, o *Flash Lite* facilita bastante o trabalho de profissionais que já desenvolviam conteúdos em *Flash* para ambientes *desktop*. Isto ocorre porque tais profissionais podem se valer do conhecimento adquirido em relação ao desenvolvimento na plataforma *Flash* para realizarem trabalhos para dispositivos móveis. O *Flash Lite* possui as seguintes vantagens: recursos gráficos (criação de interfaces ricas e muito bem elaboradas, curva de aprendizado (se comparada com C++ e Brew, ela praticamente não existe), portabilidade (grande número de aparelhos suportados) e comunicação (facilidade para se comunicar com servidores através de linguagens como PHP e ASP), além de não exigir um grande conhecimento de programação para tal finalidade. Porém, como qualquer plataforma emergente, o *Flash Lite* ainda apresenta alguns pontos negativos, tais como: indisponibilidade, inconsistência de versões, política de distribuição (se não tiver o *plug-in* instalado, é necessário comprá-lo no site da Macromedia) e limitações do *plug-in* (menos recursos do que na versão *desktop*, sem *stream* de áudio e vídeo. A Figura 54 apresenta a arquitetura da plataforma *Flash Lite*.

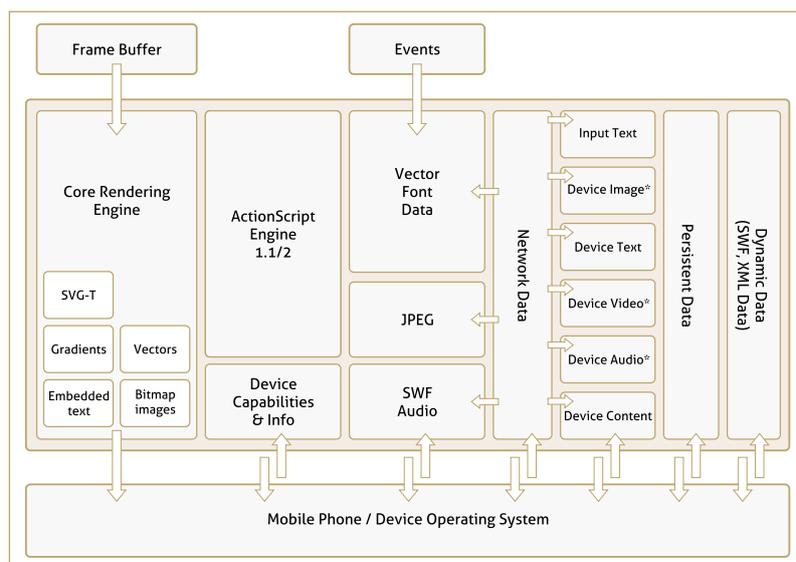


Figura 54 – Arquitetura da plataforma Flash Lite

### 2.2.2. BREW – BINARY RUNTIME ENVIRONMENT FOR WIRELESS

Criada pela empresa *Qualcomm* em 2001, é uma plataforma baseada em C++ que serve para o desenvolvimento de aplicativos apenas em dispositivos de comunicação móvel. A API *BREW* é rica em serviços associados ao dispositivo, permitindo acessar quase todas as suas funcionalidades, desde tela e teclas até conexões via *socket*, agenda telefônica e mensagens SMS.

É possível ainda que sejam desenvolvidas aplicações em outras linguagens que não sejam C++, bastando que estas rodem sobre uma máquina virtual. Desta forma, já existem iniciativas de máquinas virtuais Java e outros ambientes de execução (*Python*, *XML*) que rodem sobre *BREW* e permitam que desenvolvedores não familiarizados com C++ possam desenvolver suas aplicações para celulares.

O *BREW* permite que fabricantes de aparelhos telefônicos desenvolvam livremente extensões e *interfaces*. Trabalha com três ferramentas básicas: o *BREW SDK*, o *BREW Tools* e um ambiente de desenvolvimento C++, *MS Visual Studio*. Existe ainda a possibilidade de trabalhar em outras IDEs, como o *Eclipse*.

Para o desenvolvimento de aplicações em *BREW*, é necessário que cada aplicação possua um identificador único e, associado a este identificador, exista ainda um arquivo descritivo da aplicação (arquivo *.MIF*) que descreve o nível de acesso aos recursos que determinada aplicação deve possuir. Este arquivo descreve ainda outras informações sobre a aplicação, como nome, ícone, outras classes/aplicações/extensões utilizadas em conjunto. A Figura 55 apresenta a arquitetura da plataforma.

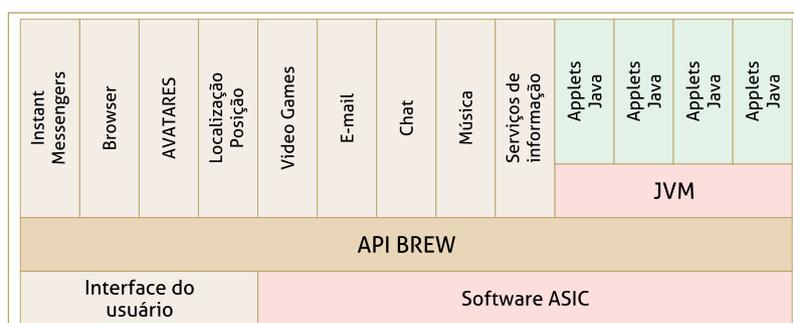


Figura 55 – Arquitetura da plataforma Brew

### 2.2.3. J2ME

A plataforma *Java 2 Micro Edition* (J2ME) é um conjunto de tecnologias para o desenvolvimento de soluções para dispositivos móveis, como celulares, *hand helds*, *palm top*, *smartphones*, etc. O objetivo que o J2ME pretende alcançar é uniformizar o desenvolvimento de aplicações de forma a deixar transparente ao desenvolvedor os detalhes, como a arquitetura e o sistema operacional para o qual esteja trabalhando.

J2ME é uma plataforma que tem uma ótima *interface* com o usuário, um modelo de segurança robusto e extenso suporte para aplicações de rede e *off-line*. Além disso, é a plataforma mais utilizada por fabricantes de celulares, abrangendo uma maior variedade de aparelhos. Antes, qualquer programa que precisasse ser incluído em celulares deveria ser escrito na linguagem nativa do próprio dispositivo. Além disso, o Java tem uma enorme afinidade com as redes GSM, que é a tecnologia escolhida para a terceira geração de celulares no Brasil. As operadoras de telefonia móvel que usam essa tecnologia têm a facilidade de operar com um padrão tecnológico totalmente padronizado e aberto. Dessa forma, o conceito Java parece ser agradável a tais operadoras, pois essa linguagem, como já foi mencionado, possui um padrão aberto e mais de 4 milhões de programadores, que podem gerar códigos para rodar em diferentes tipos de computadores, aparelhos de consumo e celulares. Em geral podemos resumir o poder de implementações Java em dispositivos móveis, tais como: personalização, compatibilidade com várias plataformas, interatividade entre usuários, acesso quando desconectado, dinamismo (novas aplicações podem ser baixadas da rede e instaladas no dispositivo a qualquer tempo), segurança (garantem a proteção das informações carregadas pelo dispositivo. Dados de uma aplicação não são acessíveis por outras aplicações), portabilidade (aplicações podem ser portadas entre dispositivos de diferentes fabricantes e de diferentes tipos), orientação a objetos (alto nível de abstração do código, modularização, reusabilidade), confiabilidade (não são tolerados *reboots* ou *crashes* em dispositivos embarcados. Graças aos mecanismos de proteção e gerência de memória, Java atinge esta demanda). Apesar das várias vantagens apresentadas, ainda existem algumas adversidades, tais como: poucas opções de customização do *MIDlet*, aumento do tamanho dos arquivos com o aumento do poder de processamento, grande variedade de versões de dispositivos móveis e incompatibilidade. A figura 56 apresenta a arquitetura da plataforma J2ME.

#### 2.2.4. ANDROID

Baseado no Linux, é um sistema operacional criado pela *Google*, direcionado a dispositivos móveis. Apesar do sistema ser anunciado como um sistema da *Google* para dispositivos móveis, a responsabilidade do seu desenvolvimento é da *Open Handset Alliance*, um conjunto de 34 empresas do ramo da tecnologia e das telecomunicações.

*Android* é uma pilha de *softwares* para dispositivos móveis, incluindo um Sistema Operacional, *middleware* e aplicativos. O *Android SDK* é o kit de desenvolvimento que disponibiliza as ferramentas e APIs necessárias para desenvolver aplicações para a plataforma *Android*, utilizando a linguagem Java.

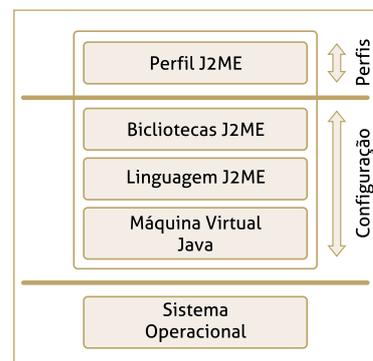
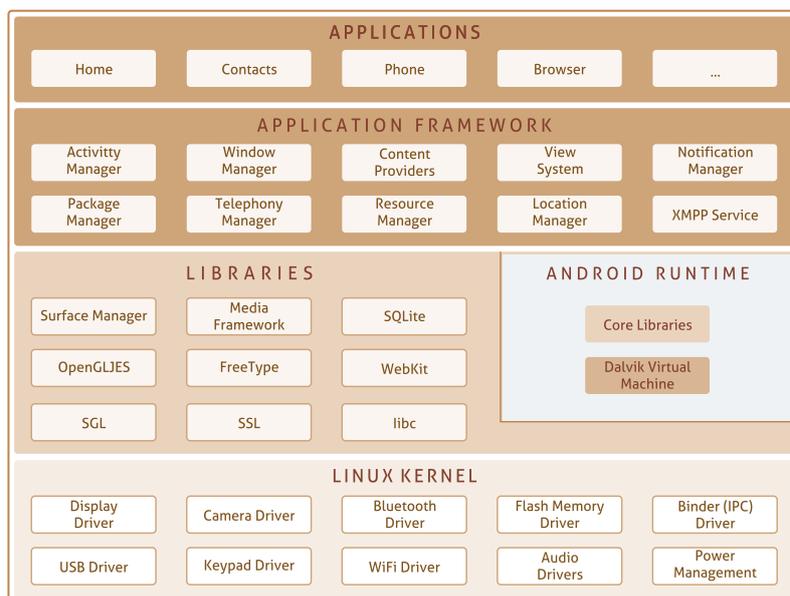


Figura 56 – Arquitetura da plataforma J2ME

Este novo produto da Google está sendo desenvolvido pelo grupo Open Handset Alliance (ALLIANCE, 2008), uma organização com aproximadamente 30 membros, entre esses estão operadoras (Telefonica, Telecom Itália, Sprint), fabricantes de semicondutores (Intel, Broadcom, Qualcomm), desenvolvedores de *software* (Google, eBay, Nuance) e fabricantes de celulares (HTC, Motorola, LG e Samsung). Segundo esse grupo, o *Android* foi construído com uma meta específica, ser a primeira, completa e livre plataforma criada especialmente para dispositivos móveis (GOOGLE, 2008, ABLESON, 2007). A plataforma *Android* apresenta as seguintes vantagens: *handset layouts* (adaptada para ambos, dispositivos VGA maiores e os *layouts* mais tradicionais de *smartphones*), conectividade (suporta uma grande variedade de tecnologias de conectividade incluindo *Bluetooth*, EDGE, 3G, e Wi-Fi), máquina virtual *Dalvik* (adaptada para ambos, dispositivos VGA maiores e os *layouts* mais tradicionais de *smartphones*), mídia (sistema pode suportar formatos de áudio e vídeo, como: MPEG-4, H.264, MP3, e AAC), suporte adicional de *hardware* (utiliza câmaras de vídeo, *touchscreen*, GPS, acelerômetros e aceleração de gráficos 3D). Em contrapartida, apresenta limitações relacionadas à curva de aprendizagem. A Figura 57 apresenta a arquitetura do ANDROIDE.



**Figura 57** – Arquitetura da plataforma Android

(<http://www.ainode.com.br/android.jpg>)

A tabela a seguir apresenta um quadro resumo das plataformas analisadas.

PLATAFORMA	DESENVOLVEDOR	CARACTERÍSTICAS	VANTAGENS	DESVANTAGENS
FLASH LITE	Adobe Systems Incorporated	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projetada para dispositivos móveis;</li> <li>• Disponível em mais de 300 modelos de aparelhos;</li> <li>• Suporte a conexões via sockets;</li> <li>• Manipulação de arquivos XML;</li> <li>• Suporte a Actionscript 2.0;</li> <li>• Formatação de texto melhorada;</li> <li>• Recursos de multimídia;</li> <li>• Armazenamento de dados para reuso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recursos gráficos;</li> <li>• Curva de aprendizado;</li> <li>• Comunicação;</li> <li>• Não exige grande conhecimento de programação;</li> <li>• Suporta multiplataforma.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indisponibilidade;</li> <li>• Inconsistência de versões;</li> <li>• Política de distribuição;</li> <li>• Limitações do plug-in.</li> <li>• Custo da ferramenta de desenvolvimento,</li> <li>• é pago.</li> </ul>
BREW	Qualcomm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plataforma baseada em C++;</li> <li>• Serve para o desenvolvimento de aplicativos apenas em dispositivos de comunicação móvel;</li> <li>• Linguagens de desenvolvimento: C/C++, Java, XML, Flash;</li> <li>• Trabalha com três ferramentas básicas: BREW SDK, BREW Tools e um ambiente de desenvolvimento C++.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor do que outras plataformas de aplicativos;</li> <li>• Independente da tecnologia de comunicação;</li> <li>• Permite que fabricantes de aparelhos telefônicos desenvolvam livremente extensões e interfaces;</li> <li>• Certificação digital;</li> <li>• Processamento server-side;</li> <li>• Prevenção contra a pirataria.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plataforma não é livre para o desenvolvimento, é paga;</li> <li>• Longa curva de aprendizado;</li> <li>• Exige grande conhecimento de programação.</li> </ul>
J2ME	Sun	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plataforma que tem uma ótima interface com o usuário;</li> <li>• Modelo de segurança robusto;</li> <li>• Extenso suporte para aplicações de rede e off-line;</li> <li>• Plataforma mais utilizada por fabricantes de celulares.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personalização;</li> <li>• Compatibilidade com várias plataformas;</li> <li>• Interatividade;</li> <li>• Acesso quando desconectado;</li> <li>• Dinamismo;</li> <li>• Segurança;</li> <li>• Portabilidade;</li> <li>• Confiabilidade.</li> <li>• Completamente gratuita.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poucas opções de customização do MIDlet;</li> <li>• Aumento do tamanho dos arquivos com o aumento do poder de processamento;</li> <li>• Grande variedade de versões de dispositivos móveis;</li> <li>• Incompatibilidade.</li> </ul>
ANDROID	Google	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema operacional baseado no Linux;</li> <li>• Pilha de softwares para dispositivos móveis, incluindo um Sistema Operacional, middleware e aplicativos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Handset layouts;</li> <li>• Conectividade;</li> <li>• Máquina virtual</li> <li>• Dalvik;</li> <li>• Mídia;</li> <li>• Suporte adicional de hardware.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limitações relacionadas à curva de aprendizagem.</li> </ul>

**Tabela 7** – Plataformas para a aprendizagem com mobilidade

## 2.3. AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM MÓVEIS

Os ambientes de aprendizagem móveis apresentados nessa seção exploram elementos como consciência do contexto e da mobilidade do aprendiz. Foram pesquisados os seguintes ambientes:

### 2.3.1. CLUE

**CLUE (Collaborative Learning support system with an Ubiquitous Environment)** é um sistema de compartilhamento de conhecimento e de colaboração em um contexto ubíquo controlado, voltado para o auxílio na aprendizagem da língua japonesa. O sistema permite o compartilhamento de conhecimento de forma individual e também através da colaboração. Por meio de dispositivos móveis, o aluno pode acessar a descrição do objeto, outros alunos ou inferir questões ao sistema. Por exemplo, o sistema pode informar que “alguém está manipulando o mesmo que o usuário está olhando” ou “alguém pode discutir o conhecimento que o usuário está descrevendo”. Essas mensagens permitem ao aluno perceber quem tem um mesmo problema ou conhecimento, quem tem uma visão diferente das questões abordadas ou quem são os outros alunos que podem resolver o problema. O protótipo do sistema *Clue* consiste em uma arquitetura cliente-servidor (OGATA, 2004). A Figura 58 apresenta a arquitetura do *Clue*.

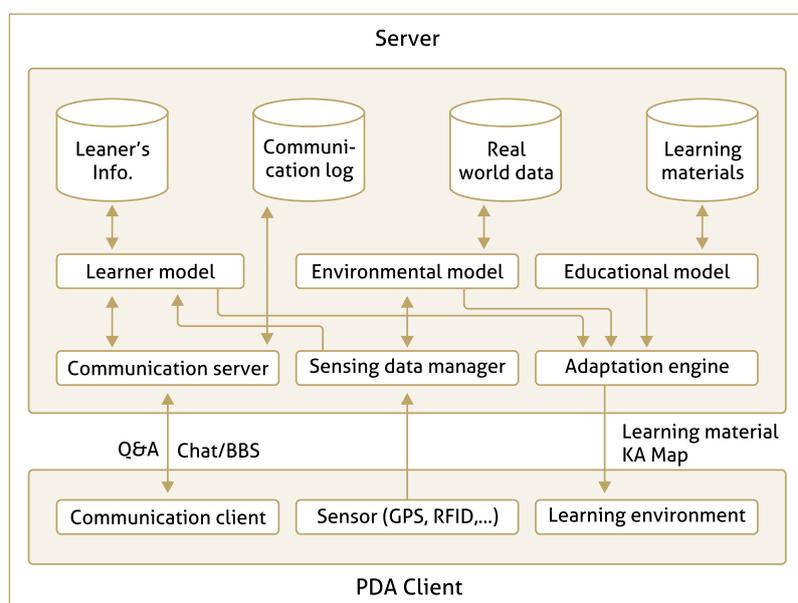


Figura 58 – Arquitetura do Clue

Fonte: OGATA (2004)

### 2.3.2. ODYSSEY

Foi desenvolvido em colaboração com a Universidade de Michigan, oferece suporte à execução de aplicações sensíveis à variação do desempenho do meio de comunicação. O Odyssey é uma plataforma que prevê acesso a dados móveis, construída para explorar adaptações em consciente de rede. Este ambiente propõe um modelo de adaptação através de um conceito de fidelidade de dados, sendo sua adaptação alcançada pela troca do modo como a rede está sendo utilizada. A Figura 59 apresenta a arquitetura do ambiente Odyssey.

O ambiente é usado em aplicações com um comportamento adaptativo. Esta adaptação é definida como uma troca entre qualidade de dados e consumo de recursos, abordando aspectos dirigidos ao acesso de dados. O projeto possui uma arquitetura baseada em cliente – servidor.

Um elevado custo computacional é associado ao desenvolvimento de novas aplicações e novas adaptações para o Odyssey. Este custo é destinado a criação de Warden e suas políticas de adaptação, únicas para cada aplicação gerada. O Odyssey não possui recursos para ativação de mobilidade de peças de *software*. Seus recursos limitam-se a permitir uma adaptação, através de sensores, voltada à troca de qualidade de dados.

### 2.3.3. CONTEXT TOOLKIT

É um projeto desenvolvido pelo grupo Future Computing Environments da Georgia Institute of Technology. Este projeto tem como objetivo criar um conjunto de ferramentas que facilitem o desenvolvimento de aplicações móveis ao contexto, facilitando, assim, a interação entre o usuário e o sistema, oferecendo características de um ambiente de execução de aplicações móveis sensíveis ao contexto, dispondo de um conjunto de serviços para o desenvolvimento de aplicações.

A arquitetura do Context Toolkit é visualizada na Figura 60, nas quais identificam-se três abstrações principais:

- Widget: responsável por encapsular informações de uma forma específica ao contexto;
- Aggregator: responsável por coletar as informações de contexto que se referem a uma entidade do mundo real, como uma pessoa ou um lugar;
- Interpreters: Responsáveis por transformar uma forma de contexto em outra.

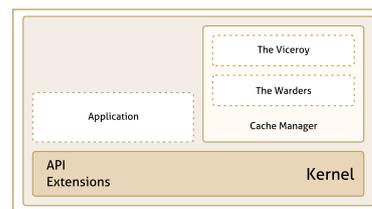


Figura 59 – Arquitetura do ambiente Odyssey

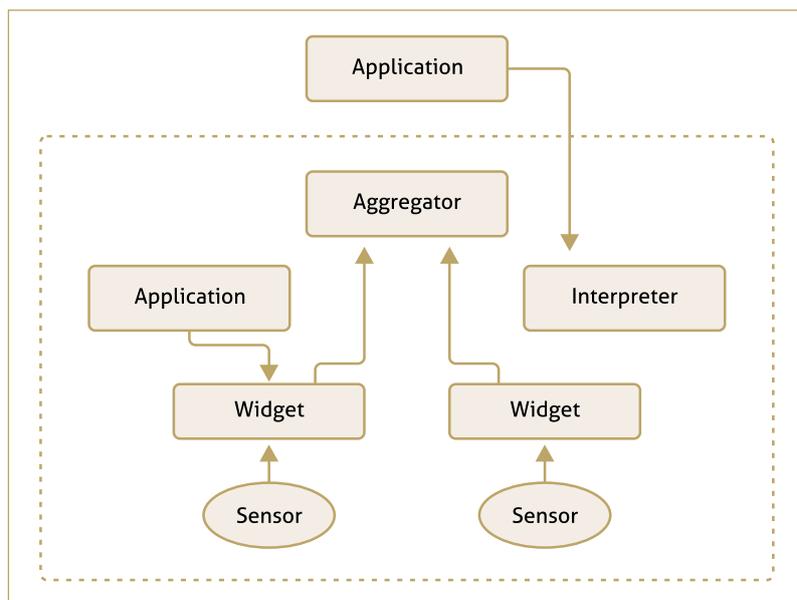


Figura 60 – Arquitetura do ambiente Context Toolkit

O foco das aplicações no Context Toolkit são aplicações conscientes de contexto.

#### 2.3.4. ONE WORLD

É uma plataforma desenvolvida pela Universidade de Washington. Destina-se à *pervasive computing*, ou seja, à execução de aplicações em pequenos dispositivos móveis cooperando entre si na execução das tarefas. Esse ambiente oferece um modelo de programação a ser seguido na construção dessas aplicações, além de alguns serviços básicos comuns, com ênfase na mobilidade de código. O desenvolvimento desse ambiente direcionou-se por três princípios:

- Expor mudanças: a plataforma expõe a localização das aplicações e dos serviços, além de comunicar mudanças e falhas a estas, deixando que sejam tratadas conforme necessitem;
- Composição dinâmica: ligações entre as aplicações podem ser feitas ou quebradas em tempo de execução, assim como permitir o monitoramento ou a extensão das funções de uma aplicação;
- Separação de dados e funcionalidades: as aplicações devem manter seus dados distintos do código que opera sobre eles, permitindo um compartilhamento mais fácil.

A Figura 61 apresenta o modelo de uma aplicação em One World.

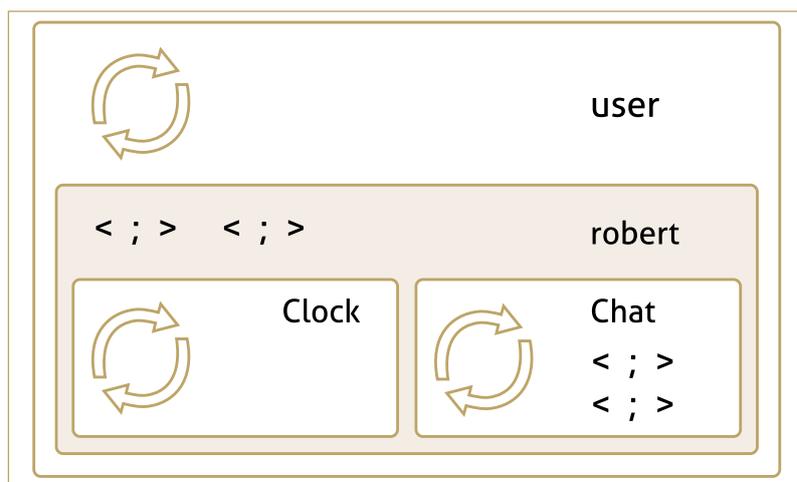


Figura 61 – Modelo de uma aplicação One World

### 2.3.5 CULE

No projeto Context-Aware Ubiquitous Learning Environment for Peer-to-Peer Collaborative Learning (CULE), Yang (2006) apresenta a proposta de um ambiente de aprendizagem ubíqua consciente do contexto.

CULE apresenta uma proposta de um ambiente de aprendizagem ubíqua consciente do contexto, *peer-to-peer* para aprendizagem colaborativa que provê serviços para acesso a conteúdo de forma adaptativa ao dispositivo, um sistema de anotações personalizadas a esse conteúdo e a formação de grupos virtuais, considerando o perfil, o contexto físico e virtual dos integrantes de um grupo.

O ambiente é acessado a partir de um *site* e é composto de três sistemas:

- **Acesso ao conteúdo de aprendizagem e adaptação.** Para prover acesso ao conteúdo de aprendizagem, uma rede ponto a ponto faz com que cada nodo atue como cliente e servidor. Assim cada nodo pode acessar e ser acessado. Os nodos podem trocar informações de duas maneiras: através de mensagens ou através da disponibilização do próprio material;
- **Sistema de gerenciamento de anotações personalizadas.** O sistema permite que os aprendizes realizem anotações sobre o conteúdo, refletindo seu pensamento e sua concepção sobre determinado assunto. Assim, o sistema permite que o conteúdo manipulado pelo aprendiz possa ser anotado, como um estilo “lembrete”;
- **Sistema de comunicação multimídia em tempo real.** A partir desse sistema, é possível formar grupos com base em objetivos específicos de aprendizagem ou baseados em demandas identificadas pelo sistema. No primeiro caso, o sistema sugere outros

usuários conectados que estejam manipulando conteúdos do mesmo assunto. No segundo, os grupos são sugeridos a partir de necessidades identificadas pelo sistema, como a necessidade de ajuda a um tópico ou a resposta de uma questão. O mecanismo para a formação de grupos baseia-se no nível de conhecimento e na capacidade dos interessados. O serviço disponibiliza as informações conforme as preferências e o perfil de cada aprendiz.

No sistema, a consciência do contexto é permitida através da percepção da interação entre os aprendizes e os serviços disponíveis no sistema. Desta forma, o sistema propõe uma descrição de contexto para os aprendizes e os serviços através de duas ontologias: ontologia dos aprendizes e ontologia dos serviços que foram modelos no sistema Protégé (<http://protege.stanford.edu>).

A primeira ontologia contém os perfis do aprendiz assim como suas preferências pessoais (perfil), calendário e localização. A segunda contém o perfil do serviço, com uma entrada, saída, condição e o efeito da execução e da qualidade do serviço dependendo do tipo hardware (limitações podem ser usadas para descrever dispositivo de hardware, capacidades, tais como plataforma, a velocidade da CPU, memória tamanho, tela tamanho e resolução) e software (descreve capacidades, tais como sistema operacional, navegador, jogável com qual tipo de mídia e de resolução).

O perfil do serviço possui dois tipos de restrições: funcionais (banda de rede e tempo de resposta) e não funcionais (confiabilidade do usuário, avaliação e custos). A partir da interação do aprendiz no ambiente, é possível descobrir os serviços orientados ao seu contexto.

O contexto pode ser adquirido de três abordagens: preenchimento de formulário; detecção do contexto, por sensores, gravação, sistemas de posicionamento, como GPS e rede para identificar a localização do aprendiz, e através da extração dos dados do contexto do aprendiz e dos serviços. Há uma divisão em contexto atual e contexto passado: quando um novo contexto é detectado, o atual passa a ser passado, e seu valor é armazenado como ontologia do aprendiz. Com isso, essa ontologia armazena um conjunto de contextos passados, que pode ser usado para derivar preferências e padrões de conhecimento.

A consciência do contexto do aprendiz é realizada a partir das informações adquiridas e das contidas nas ontologias do aprendiz e dos serviços. Através do perfil do aprendiz, o sistema pode determinar sua localização, o que ele está fazendo no momento, bem como outros aprendizes que estejam se relacionando com ele nesse instante. A partir disso, é possível determinar qual o melhor serviço para atender suas necessidades.

O autor ainda apresenta uma ilustração de como utilizar o CULE para maior entendimento, demonstrando que a aprendizagem ambiental ubíqua consciente pode apoiar plenamente os aprendizes na aprendizagem colaborativa.

CULE faz um uso inteligente PDA, combinando recursos de forma personalizada, rápida, possibilitando a troca de informações. A Figura 62 apresenta um Smart: dispositivo com capacidade de adaptação ao conteúdo.

### 2.3.6. LIP

O LIP – *Learning in Process*, apresentado por Schmidt (2005), é um sistema cujo objetivo é prover consciência de contexto em um cenário de educação corporativa. O modelo de contexto usado em LIP tem como objetivo auxiliar na aprendizagem corporativa, mapeando as aplicações, tarefas e conteúdos em estudo pelo usuário. Com isso, baseado no perfil organizacional do usuário (como seu cargo, competências requeridas), o sistema tem como sugerir programas de aprendizagem mais eficientes, considerando seu contexto. A adaptação ao contexto se dá em função do dispositivo de acesso e do perfil do usuário, que integra o modelo de contexto. A Figura 63 apresenta a arquitetura do sistema.



Figura 62 - Smart dispositivo com capacidade de adaptação ao conteúdo

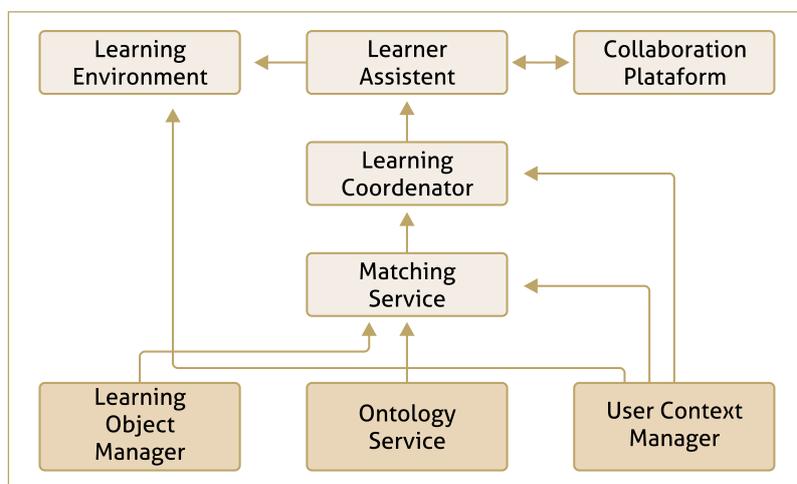


Figura 63 – Arquitetura LIP

Fonte: BARBOSA (2007)

Segundo Schmidt (2005), um protótipo do sistema está em desenvolvimento. O foco da arquitetura é prover conteúdos e informações contextualizadas para usuários corporativos, em função do seu papel e das suas necessidades profissionais.

### 2.3.7. GLOBALEDU

Um modelo de educação ubíqua orientado à consciência do contexto do aprendiz em um ambiente para suporte à educação pervasiva, permitindo que o usuário encontre a informação, a qualquer tempo, mantendo o acesso à rede de interconexão e a seu ambiente computacional, independente de dispositivo.

O contexto é gerenciado através de Serviços Educacionais e de suportes que manipulam, também, o perfil do aprendiz e seu modelo de conhecimento.

O aprendiz é acompanhado no ambiente pervasivo por um Agente Pedagógico Pessoal Pervasivo (AP), com as seguintes características: adaptabilidade, consciência do contexto do aprendiz, autonomia, comportamento social e pró-atividade, estando presente nos dispositivos de acesso utilizados. À medida que o aprendiz se move entre contextos diferentes, o AP move-se com ele, apresentando os recursos educacionais conforme o perfil do aprendiz.

A autora do trabalho fundamentou-se nos seguintes temas: Computação em grade (objetiva a agregação de poder computacional, formando um único ambiente computacional, aspecto importante para suporte à computação ubíqua, principalmente considerando o conceito de computação em qualquer lugar); Computação móvel (permite aos usuários, portando dispositivos móveis, terem acesso a serviços e dados, independente de sua localização física, tendo como suporte as tecnologias de rede sem fio e sistemas distribuídos); Computação consciente do contexto (identificação, aquisição e tratamento dos elementos que caracterizam o contexto); Obtenção de informações de contexto (descrita com base em cinco dimensões: Quem, O que, Onde, Quando, Por que); Computação ubíqua (a computação e seus diversos sistemas podem interagir com o ser humano a todo o momento, não importando onde ele esteja, constituindo um ambiente altamente distribuído, heterogêneo, dinâmico, móvel e interativo); Aspectos pedagógicos (princípios pedagógicos construtivistas, como o desenvolvimento do aprendiz como ser autônomo e de aprendizagem significativa, orientaram a concepção do GlobalEdu); Principais elementos que caracterizam um ambiente para o suporte à educação ubíqua (aprendiz, mobilidade, conteúdo e consciência do contexto).

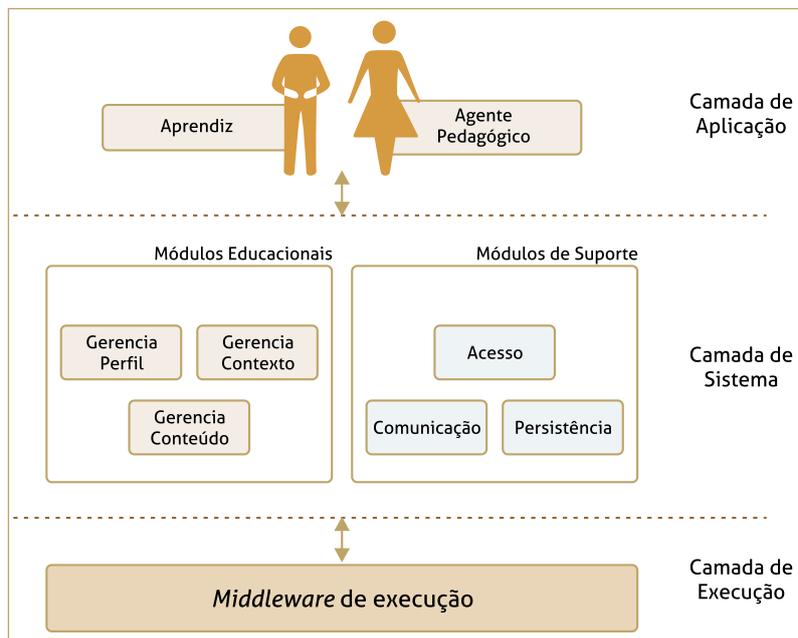
O Ambiente GlobalEdu segue uma proposta pedagógica construtivista e interacionista, objetivando dar as condições necessárias para que o aprendiz construa seu conhecimento de qualquer lugar e em qualquer tempo, de forma adaptada ao seu perfil e contexto. Para isso, o processo educacional leva em consideração que o aprendiz (sujeito) é parte do processo e, como ser autônomo, responsável pela sua aprendizagem (objeto). Além disso, a aprendizagem ocorre em um universo significativo e dinâmico (contexto).

O sistema considera que a aprendizagem se dá a partir de um processo de interação do aprendiz com as informações disponíveis no ambiente e com outros aprendizes, de acordo com o contexto que o envolve, no qual esse tem a oportunidade de decidir sobre suas necessidades, de forma autônoma. Os seguintes requisitos foram apresentados pelo sistema: representação do perfil do aprendiz, representação de domínio genérico, consciência do contexto do aprendiz, existência de um ambiente computacional com suporte à execução de aplicações da computação ubíqua e representação dos principais elementos do GlobalEdu (perfil, conteúdo, contexto).

A arquitetura do sistema compõe-se das seguintes camadas: camada de Aplicação (representada por um agente pedagógico, objetiva auxiliar a interação do aprendiz no ambiente), camada de Sistema (conjunto de módulos Educacionais e de Suporte. Os Módulos Educacionais e os Módulos de Suporte comunicam-se diretamente através de troca de mensagens. Manipulam o contexto do aprendiz, seu perfil e seus conteúdos, além de elementos que auxiliem a execução do agente e dos recursos que ele manipula) e a camada de execução (a execução deve suportar percepção do contexto físico, suporte à mobilidade do aprendiz, suporte à comunicação e migração entre servidores distribuídos, acesso ao sistema em escala global). (BARBOSA, 2007).

A partir de um modelo cliente/servidor, o AP comunica-se com o servidor GlobalEdu, que contém os Módulos Educacionais e de Suporte. Cada servidor atende uma região denominada Região Geográfica (escopo institucional), pressupondo-se a existência de um servidor GlobalEdu em cada região. Cada servidor pode atender um ou mais aprendizes. O AP tem uma visão única da rede GlobalEdu, comunicando-se com os servidores, independentemente de localização e de onde o aprendiz esteja, é possível acessar seus dados e executar serviços. O AP acompanha o aprendiz, suportando suas necessidades educacionais nos diferentes contextos, considerando diferentes interfaces de apresentação. O agente também representa o aprendiz no ambiente e conhece seu perfil, o conteúdo que está manipulando e o seu contexto. As seguintes funções são desempenhadas pelo agente pedagógico: definir a visibilidade no ambiente, pesquisar objetos de aprendizagem, contexto e outros aprendizes, editar suas informações pessoais, interagir com outros aprendizes, receber informações do contexto e manipular objetos de aprendizagem. Cabe ressaltar que o agente pedagógico apresenta as seguintes capacidades gerais: define estado do aprendiz no ambiente, acessa o ambiente, gera histórico, atualiza modelo interno de perfil, obtém perfil, informa perfil, consulta conteúdo, solicita conteúdo internamente e externamente, controla manipulação do objeto, informa modelo de conteúdo, apresenta contexto

social, interage com aprendizes no contexto e informa modelo de contexto. A Figura 64 apresenta a arquitetura do GlobalEdu.



**Figura 64** – Arquitetura GlobalEdu

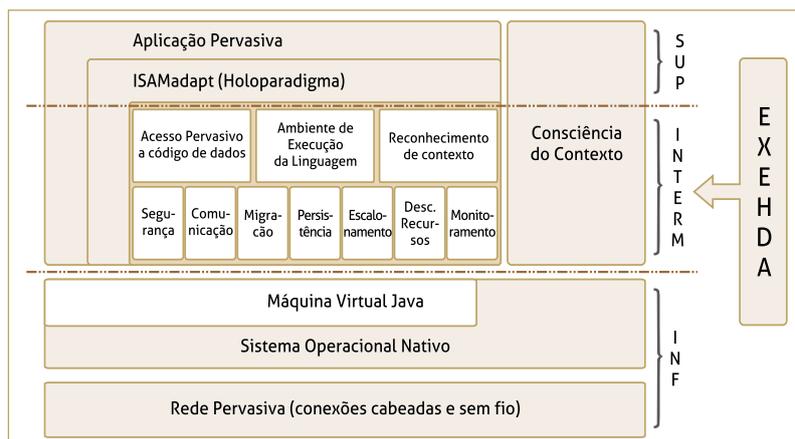
Fonte: BARBOSA (2007)

### 2.3.8. PROJETO ISAM

**ISAM** (Infraestrutura de Suporte às Aplicações Móveis): o foco do projeto ISAM é a infraestrutura de suporte necessária para a implementação das aplicações móveis distribuídas com o comportamento adaptativo em um ambiente de computação pervasiva. A computação pervasiva é caracterizada pela mobilidade global do usuário, conectividade ubíqua, independência de dispositivo e ambiente computacional do usuário disponível em qualquer lugar a qualquer tempo. O objetivo geral do projeto ISAM consiste na criação de uma plataforma de desenvolvimento para aplicações móveis distribuídas (ISAM, 2004).

Pela abrangência do projeto ISAM, este se compõe de vários subtemas de pesquisa que estão em desenvolvimento, tais como: *ISAMadapt*, *EXEHDA*, *HoloParadigma*. Foram realizadas várias publicações em eventos nacionais e internacionais, também em congressos e *workshops* (Brasil, América Latina, Europa, Ásia e América do Norte).

A arquitetura ISAM foi criada para permitir que as aplicações obtenham informações do ambiente no qual executam e para reagirem de maneira adaptativa possibilitando alteração do comportamento conforme modificações no ambiente. Na figura 65 é demonstrada a arquitetura do ISAM.



**Figura 65** – Arquitetura ISAM  
 Fonte: COSTA e GEYER (2005)

### 2.3.9. NET- COMPACT FRAMEWORK

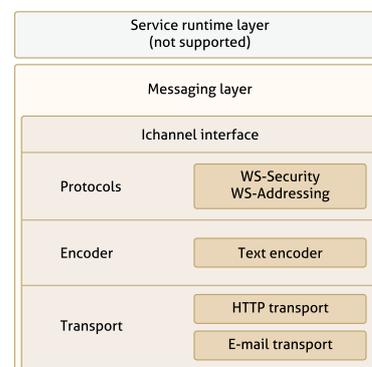
Plataforma de programação para dispositivos móveis, criada pela *Microsoft*. Objetiva possibilitar o desenvolvimento de aplicações para *smart devices* (Celulares, PDAs, etc...) da mesma forma que no ambiente *Windows desktop*. Em função do *Net Compact Framework* ser um subconjunto do *Net Framework*, os desenvolvedores podem facilmente utilizar os conhecimentos de programação e os códigos existentes através de dispositivos, *desktop* e servidores. Companhias que acreditavam ter um alto custo de desenvolvimento de aplicações móveis relatam a produtividade no processo de desenvolvimento, sem precisar treinar os desenvolvedores (FRANZ, 2006). A Figura 66 apresenta a arquitetura do *Net Compact Framework*.

Segundo pesquisas, a plataforma *NET- Compact Framework* é bastante utilizada nos trabalhos relacionados a área de *m – learning*.

### 2.3.10. MOULE (MOBILE AND UBIQUITOUS LEARNING)

Ambiente criado com o intuito de incentivar a utilização de dispositivos móveis sensíveis ao contexto para a construção colaborativa de conhecimento. O ambiente permite a seus usuários editar e compartilhar documentos e mapas conceituais utilizando-se de *desktops* e *smartphones* equipados com GPS. É indicado para que professores possam organizar “atividades de aprendizagem situadas” que relacionam “objetos digitais” a locais geográficos. “Objetos digitais” basicamente são tratados no ambiente como textos colaborativos (formato *wiki*) e mapas conceituais, e toda a informação nestes documentos é baseada em localização.

Os autores destacam o crescimento na utilização de tecnologias móveis em escolas (segundo o texto, estima-se quem em 2011 todos os computadores utilizados em escolas do EUA serão móveis).



**Figura 66** - Arquitetura Net Compact Framework

Fonte: ([http://i.msdn.microsoft.com/Bb397842.NETCF\\_WCFmesspt-br,VS,90.png](http://i.msdn.microsoft.com/Bb397842.NETCF_WCFmesspt-br,VS,90.png))

O elevado número de aplicações para dispositivos móveis também representa um indicativo de transição na utilização de *desktops* para computadores de mão. Também é possível observar uma evolução na literatura produzida sobre este assunto, deixando de focar as pesquisas nos aspectos tecnológicos e passando a investigar os aspectos pedagógicos da utilização de tais tecnologias assim como o relato de experiências reais de utilização. Em geral as pesquisas têm enfatizado como o uso de dispositivos móveis pode adicionar novas oportunidades para a educação, permitindo novas formas de interação entre as pessoas envolvidas no processo de aprendizagem.

O projeto MoULe permite aos seus usuários realizar atividades colaborativas de forma on-line (através do sistema de gerenciamento de aprendizagem) e in loco (utilizando aplicações de equipamento móvel). O alvo do projeto é a implementação e experimentação de um ambiente inovador de aprendizagem que permite aos seus usuários sobrepor as limitações espaço-temporais da sala de aula ou das atividades de laboratório. Destaca-se que há a possibilidade de utilização de dispositivos móveis para comunicação com outros usuários que compartilham da mesma experiência de aprendizagem. A interação dentro e fora da sala de aula representa uma experiência de vida real muito estimulante ao aprendiz.

No projeto são utilizados *smartphones* com GPS de forma a ligar todas as atividades realizadas pelos estudantes com a específica localização da área de estudo. A ideia é que os estudantes se localizem durante todo o processo de construção colaborativa do conhecimento, reconstruindo a exploração física do seu espaço de aprendizagem. As atividades exigem que o estudante crie um "espaço ampliado" que se constitui de objetos físicos e dos itens didáticos produzidos por eles. O "espaço ampliado" que é representado através de "geomapas conceituais" possibilita que, por exemplo, um passeio pela cidade se transforme em uma experiência real de aprendizagem. Para alcançar isso, é necessário integrar as funcionalidades do ambiente de *e-learning* com as funcionalidades que são utilizadas para desenvolver, implementar e gerenciar as atividades de *m-learning*. A meta é criar um sistema no qual atividades "in loco" são alternadas com atividades de sala de aula, e o processo de construção do conhecimento acontece em ambos os ambientes. A implementação do projeto se deu por meio de um ambiente de software acessível por *desktops* (utilizados pelos alunos na escola ou em casa) e também por dispositivos móveis, durante as atividades de aprendizagem in loco. Os recursos produzidos durante as atividades são associados a localizações geográficas específicas, chamadas de pontos de interesse (POI – *Points of Interest*). Cada POI não indica uma simples posição georreferenciada, mas um conjunto de coordenadas espaciais que representam uma área geográfica, como, por exemplo, locais de

heranças culturais ou sítios arqueológicos, relacionados à atividade de aprendizado. Dessa forma, as duas principais atividades de construção colaborativa (mapas conceituais e *wiki*) estão sempre conectadas aos locais físicos representados pelos POIs.

O acesso ao sistema de um computador desktop é realizado por meio de um módulo específico do AVA Moodle. Utilizando este módulo, os professores podem desenvolver a atividade MoULe, definindo os POIs, os objetivos da aprendizagem e as funcionalidades que os estudantes poderão utilizar durante suas atividades de aprendizado. Os usuários podem utilizar ferramentas para criar e editar páginas *wiki*, construir e compartilhar mapas conceituais, fazer anotações pessoais, comunicar-se com os colegas e executar tarefas de pesquisa. É importante destacar que as principais ferramentas utilizadas para a construção colaborativa de conhecimento são os mapas conceituais e as páginas *wiki* e as demais ferramentas dão suporte a duas importantes características da metodologia: criar relações entre objetos físicos e objetos digitais (criados durante a atividade de aprendizado) e permitir a colaboração entre os estudantes propiciando um aprendizado compartilhado e motivante. A seguir um breve resumo das funcionalidades das ferramentas do ambiente:

**Mapas conceituais:** O ambiente MoULe provê aos usuários um conjunto de funcionalidades para construção colaborativa de mapas conceituais acerca de um tópico proposto pelo professor. Através da interface da plataforma Moodle, é possível propor um tópico de pesquisa e destacar os principais conceitos relacionados ao tópico como ponto de partida para o trabalho dos alunos. Iniciando com este mapa conceitual, exibido no dispositivo móvel, os estudantes podem utilizar as funcionalidades da aplicação para: expandir o conteúdo dos nós existentes no mapa e examinar conceitos relacionados; expandir o mapa adicionando novos conceitos relacionados aos nós presentes no mapa; identificar novas relações entre nós existentes no mapa e relacioná-las. Os usuários podem sincronizar o mapa em seus próprios dispositivos móveis com o mapa do servidor, publicar suas modificações e obter as modificações feitas pelos outros usuários. O sistema registra as contribuições que cada usuário faz para que o professor possa avaliar o resultado do processo de aprendizado, destacando os aspectos metacognitivos do processo de construção do conhecimento.

**Páginas Wiki:** O ambiente permite aos usuários produzir hipertextos colaborativamente através da ferramenta *wiki*, como resultado de experiências de aprendizado que tenham em sala de aula ou especialmente através de visitas in-loco. O módulo *wiki* permite aos usuários relacionar cada página com o POI relacionado ao con-

teúdo da página. Dessa forma uma camada semântica é construída e automaticamente liga os conceitos com os POIs, possibilitando aos usuários navegar e analisar os conteúdos não apenas pelos links de hipertexto mas também considerando os locais físicos envolvidos no estudo. Além disso, é possível adicionar anotações feitas durante a visita física nas páginas *wiki*. O estudante pode sincronizar a base *wiki* em seu dispositivo móvel, enviar suas modificações ao servidor e obter as modificações feitas pelos colegas. O professor consegue acompanhar quais páginas novas foram adicionadas, quais páginas existentes foram alteradas e quais tópicos cada aluno visitou.

**Notas Contextualizadas:** Ao visitar um local como parte das atividades de aprendizado, os estudantes podem utilizar seus dispositivos móveis para juntar conteúdos textuais, imagens, vídeo e gravação de áudio. O ambiente permite realizar anotações com recursos multimídia e classificá-las para posterior pesquisa e reuso em atividades colaborativas. Estes conteúdos podem ser diretamente inseridos nas páginas *wiki* ou então relacionados aos nós do mapa conceitual. O ambiente dispõe de uma ferramenta que mostra o mapa com todas as notas coletadas pelos alunos.

**Ferramentas de comunicação síncrona e assíncrona:** O ambiente suporta comunicação síncrona e assíncrona através de ferramentas especificamente desenvolvidas para facilitar interações entre os usuários. Alunos localizados na mesma área podem trocar mensagens com conteúdos multimídia em tempo real e acessar o quadro-negro virtual onde as anotações são feitas. Essa ferramenta de comunicação síncrona é implementada utilizando um sistema de mensagens instantâneas no qual a troca de informações se dá em tempo real. A comunicação pode ser feita um a um ou um a todos. O ambiente dispõe de uma sala virtual para cada POI. Os estudantes próximos de um podem se comunicar com outros estudantes que estão na mesma área física e dentro da mesma sala virtual. Também é disponibilizada pelo ambiente a troca de mensagens (textuais ou multimídia) e o compartilhamento do quadro-negro. No primeiro caso, os usuários enviam mensagens para um usuário ou grupo de usuários usando tecnologias de gateway de dispositivos móveis para e-mail. No segundo caso, é possível entrar no arquivo compartilhado de notas do qual os alunos são usuários ou autores. Cada mídia precisa de uma informação de localização associada a ela, só assim pode ser recuperada mais facilmente através de pesquisas contextuais

**Motor de Pesquisa Contextualizada:** Os recursos de busca providos pelo ambiente permitem aos estudantes os utilizarem durante as visitas físicas. Considerando os recursos de hardware limitados do dispositivo, foi desenvolvida uma interface amigável que habilita o usuário a localizar a informação que ele realmente precisa em poucos cliques, evitando assim dos alunos “se perderem no hiperespaço”. Foi desenvolvido um motor de busca especializado que procura pela informação sobre os POIs envolvidos na atividade de aprendizado.

**Monitoramento:** A posição atual do estudante durante a realização das atividades é obtida pelo sistema GPS do equipamento móvel e visualizada através de um serviço Google. Utilizando-se do serviço de monitoramento, o professor ou aluno pode observar o caminho percorrido pelos usuários e enviar mensagens instantâneas para usuários localizados no mapa que é visualizado.

O projeto foi testado com professores e usuários em escolas de ensino médio da cidade Italiana de Palermo por 4 meses. Foi testado e desenvolvido em duas fases, na primeira o protótipo foi testado com 15 professores de diferentes áreas (ciências, artes, línguas) e, na segunda fase, foi testado com cerca de 80 alunos. Inicialmente, professores foram introduzidos na metodologia e tecnologia do *m-Learning* e então foram instruídos a utilizar os recursos do ambiente para construir atividades que estimulassem a construção colaborativa de conhecimento. No segundo momento, estudantes de um curso normal e de um curso de turismo (em nível de ensino médio) realizaram a parte prática do projeto, desenvolvendo as atividades propostas pelos professores durante a primeira fase. A atividade proposta ao grupo do curso normal era desenvolver um guia de viagem em diferentes línguas sobre os mercados de rua históricos, já o grupo do curso de turismo teria que desenvolver um guia de viagem sobre a idade barroca (também em diferentes línguas). Os membros do grupo trabalharam colaborativamente para produzir os guias sobre os lugares que haviam visitado.

As tecnologias móveis que adentram as escolas podem oferecer excelentes oportunidades de aprendizados. Pela perspectiva teórica, o projeto MoULe foca o conceito de construção colaborativa de conhecimento sobre o paradigma de aprendizado socioconstrutivista. Baseia-se na integração de um sistema gerenciador de aprendizado (LMS – *Learning Management System*) e em aplicações especialmente desenvolvidas para dispositivos móveis. Os resultados preliminares destacam, de forma geral, melhorias no conhecimento apropriado pelos estudantes e a motivação destes e de seus professores pelo uso da tecnologia. Os testes também indicam alguns problemas do sistema, principalmente considerando largura de banda da conexão garantida pelo provedor da infraestrutura de comunicação móvel.

### 2.3.11. UbiSysTest

O UbiSys-Test está sendo desenvolvido como parte de uma infraestrutura denominada MoCoTo (Mobile Collaborative and Educational Tools).

Desde o início da educação a distância com os correios até a e-learning, educação a distância, onde é definido como um sistema de aprendizagem baseado na Internet, o que envolve a formação, informação e comunicação em tempo real, podemos combinar com a computação móvel criando o m-learning ou mobile learning, surgindo esse novo paradigma.

A m-learning faz o uso de várias tecnologias, tais como redes sem fio, XML, Java, WAP, voz e correio eletrônico, mensagens SMS e MMS, voz e vídeo por demanda, ultrapassando as fronteiras da sala de aula. Com esse sistema, os alunos podem fazer download e executar os testes por meio de dispositivos portáteis, como telefones celulares, smartphones, PDAs, laptops, etc., sendo que atualmente implementação oferece suporte somente para celulares.

A finalidade do projeto MoCoTo é o desenvolvimento de uma plataforma de software que permite a utilização de dispositivos móveis de apoio ao ensino/aprendizagem, tanto de forma interna como externa a ambientes educacionais.

Combinação de dispositivos portáteis com redes sem fio oferece várias possibilidades para ambos, estudantes e professores. Os seguintes mecanismos permitem ao projeto MoCoTo explorar algumas dessas possibilidades:

*GESTÃO DE CONTEÚDO:* MoCoTo fornece ferramentas para o desenvolvimento de materiais didáticos e para acessá-los através de telefones celulares, fazendo a leitura desses materiais, o que ajuda, em pouco tempo (30 segundos a 10 minutos), a suprir o necessário, a fim de utilizar o tempo otimizado do usuário. Esta característica permite aos alunos fazer uso de períodos de ociosidade, melhorando, assim, os seus conhecimentos. Todos os conteúdos educativos podem ser entregues através de uma rede GPRS.

*FERRAMENTAS DE COLABORAÇÃO:* uma característica importante nos sistemas de m-learning é o suporte para a colaboração. MoCoTo oferece os seguintes mecanismos de colaboração entre os usuários (professores e alunos):

- a. Sala de Chat: esta é uma versão móvel de bate-papo. Utilizando uma interface web, os professores podem criar salas para algum tema específico do curso. Estas salas de bate-papo pode ser acessadas por celulares e smartphones usando conexões GPRS;
- b. Ferramentas de colaboração: grupos estudantis podem executar tarefas colaborativas usando um quadro branco virtual

disponível no seu PDA. Qualquer anotação feita à mão por um estudante neste processo é automaticamente propagada para outros através de uma rede de área pessoal (Bluetooth), dando a possibilidade de fazer apresentações de Slides;

- c. Aula integração: para acabar com problemas de comunicação, como vergonha ou distância, o MoCoTo apresenta uma aplicação cliente-servidor que valoriza a participação através de aulas nos equipamentos em que um estudante pode fazer perguntas através do seu equipamento. Outros estudantes e os professores podem ver esta questão, e cada uma delas pode assumir uma das seguintes ações, respectivamente: (1) se algum aluno tem interesse na questão, votar a favor da causa e (2) o professor pode interromper a aula para responder à pergunta dependendo do número de votações acumulados na pergunta. *Gerenciamento de Testes*: os professores podem criar perguntas de forma genérica a serem utilizadas com perguntas frequentes, a fim de avaliar os alunos.

O projeto MoCoTo faz uma experimentação com um sistema ubíquo de avaliação dos alunos, apresentando o desempenho, chamado UbiSysTest. Ele permite aos alunos testar o seu conhecimento sobre algum tema usando telefones celulares, respondendo com alternativas, verdadeiro-falso, números, resposta curta, correspondência, resposta múltipla e preenchimento de lacunas em branco. Este sistema faz dois acessos à Internet (através de uma ligação GPRS): quando é feito o download e ao enviar respostas-teste no final do teste.

A UbiSysTest arquitetura é composta por quatro subsistemas: (a) Teste de Subsistema de Gestão, (b) Teste de Subsistema de Desenvolvimento, (c) Execução do Subsistema de teste e (d) Teste de Avaliação de Subsistema. O Test Subsystem Management (TMA) é uma aplicação Java responsável por armazenar todos os dados relacionados em disco. Outros subsistemas podem manipular informação armazenada, onde clientes móveis com acesso TMA, a fim de baixar ou enviar perguntas e respostas para avaliação, u. Utilizando XML para integração;

O Subsistema de Teste de Execução (TEX) é um aplicativo J2ME executado em dispositivos móveis, a fim de realizar os testes.

O Subsistema de Teste de Desenvolvimento (TDE) prevê a manutenção de funções que os professores podem usar para criar, modificar ou apagar testes (e as suas perguntas) que estão armazenados no TMA.

O subsistema de Teste de Avaliação (TEV) é uma aplicação web que professores podem usar para avaliar respostas de estudantes e medir o seu desempenho. A Figura 67 apresenta a Arquitetura do UbiSysTest.

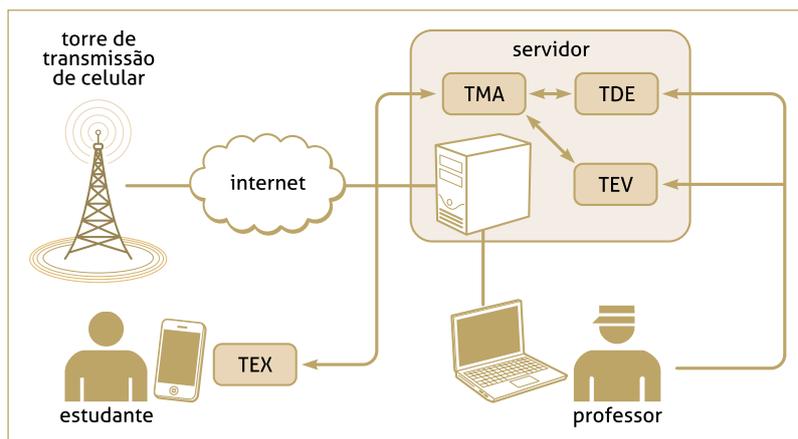


Figura 67- Arquitetura do UbiSysTest

O sistema se destaca por apresentar característica móvel otimizando sua conexão, podendo ser respondida em off-line de forma a enviar e receber informações em momentos estratégicos, trazendo assim grandes vantagens de adaptação de tempo e local para uma boa aprendizagem.

### 2.3.12 MOBILE LEARNING ENGINE MOODLE (MLE - MOODLE)

MLE-Moodle (*Mobile Learning Engine – Moodle*) é sistema concebido para dispositivos móveis, é totalmente gratuito, de código aberto e personalizável, vinculado ao Ambiente Virtual de Aprendizagem Moodle. As especificações podem ser adaptadas conforme necessário com WML, PHP e MySQL. O ambiente fornece simplesmente a interface para o dispositivo móvel (não é um programa totalmente distinto), quaisquer alterações efetuadas ao Moodle são automaticamente convertidas também para os dispositivos (MLE-MOODLE).

Após instalar os arquivos do MLE-Moodle no Moodle, o sistema de e-learning funcionará também como um sistema m-Learning. Assim, o MLE-Moodle pode melhorar o sistema de e-learning para promover aprendizagem móvel, é possível aprender com o celular (m-Learning) ou com o PC/Notebook (e-Learning). O acesso do MLE-Moodle pelo celular é realizado por meio do navegador do dispositivo ou pode-se usar um módulo especial para a aprendizagem em dispositivos móveis, MLE-Cliente (MLE-MOODLE).

O *Mobile Learning Engine* permite que o aluno aprenda quando e onde quiser, devido a isso que o MLE é integrado com um sistema de e-learning (neste caso, Moodle).

Segundo o site do Projeto, o MLE-Moodle, o sistema está disponível em dois idiomas: inglês e alemão. As seguintes ferramentas, acessadas pelo celular, estão presente no *e-Learning Moodle*: Lição, Quiz, Recursos, Fórum, Questionário, Wiki, Banco de Dados e Sistema de mensagens instantâneas (MLE-MOODLE). O AVA Moodle tam-

bém apresenta o bloco “Utilizadores Mobile Online” que mostra os usuários da Web que se encontram on-line via celular. Além disso, possui uma lista de contato do MLE, que permite iniciar chamadas telefônicas, caso o usuário tenha fornecido o seu número de telefone. Apresenta também recursos parcialmente específicos para m-learning: Flashcard Trainer, Mobile Learning Objects (aprendizagem off-line), Mobile tags/serviços baseados na localização e Comunidade Móvel. A Figura 68 apresenta a tela inicial do Mle Moodle.

O desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis (PDAs, laptops, smartphones, etc...) está voltado a um cenário que abrange mobilidade, distribuição e consciência do contexto em que se encontram estes dispositivos.

É importante ressaltar que os novos meios tecnológicos, nesse caso, os dispositivos móveis, por si só não se constituem em inovações nos processos de ensino e de aprendizagem, uma vez que, na medida em que ocorre a inovação, deve acontecer um rompimento de paradigmas, isto é, mudanças expressivas nos métodos de ensino. Observa-se a necessidade de um maior envolvimento e uma maior preparação do professor ao inseri-los em seu contexto de atuação. O foco do olhar dos dispositivos móveis na educação está centrado nas possibilidades de impacto de seu uso no processo de ensino e aprendizagem, não no acesso propriamente dito, mas na incorporação dessa tecnologia como ferramenta para ensinar e aprender.

Na medida em que as tecnologias e os serviços providos na e pela *web* continuam em constante evolução, espaços virtuais de aprendizagem precisam ser experimentados, buscando-se reduzir ao máximo a distância transacional, viabilizando que eventos de aprendizagem se desenvolvam mesmo com alunos e professores interagindo em tempos e espaços sociais diferentes. O acesso a ferramentas educacionais num contexto de aprendizagem com mobilidade irá contribuir para que as interações entre alunos e professores ocorram de forma mais frequente (ganho quantitativo) e contextualizada/significativa (ganho qualitativo).

O estudo realizado evidencia que o uso de dispositivos móveis no processo de ensino e aprendizagem caracteriza-se como uma promissora possibilidade. Nos estudos apresentados por (BARBOSA, 2007), (LINDEMANN, 2008), (FALKEMBACH; TAROUCO, 2002), (SANTOS, 2007), (GELLER, 2004) percebe-se uma carência de ambientes virtuais de aprendizagem voltados para computação móvel, específicos para interação de alunos e professores. As tecnologias da computação móvel estão presentes nosso dia a dia, portanto é fundamental a inclusão desses dispositivos para motivação de estudantes e professores, utilizados de modo consciente e adequado às limitações da nossa infraestrutura.



Figura 68 – Tela inicial do Mle Moodle

Ao trabalhar com dispositivos móveis na educação, é importante descobrir suas potencialidades e elaborar estratégias inovadoras para introduzi-las no momento certo, de acordo com a necessidade do ambiente e com as atividades que serão propostas aos alunos, seja em cursos presenciais seja a distância, pois a utilização inadequada implicará barreiras e dificuldades para o desenvolvimento de uma aprendizagem efetiva. Em vista disso, muitas investigações devem ser realizadas no sentido de compreender e desenvolver estratégias de uso destes dispositivos na educação.

### MÓDULO III

## 3. AVALIAÇÃO DE AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM

Nas últimas décadas, a educação a distância (EAD) tomou um novo impulso que favoreceu a disseminação do acesso à educação em diferentes níveis e formas de interação e aprendizagem. Os processos estão, cada vez mais, articulando-se através dos ambientes virtuais de aprendizagem (AVAs).

No contexto acadêmico, esta realidade cria novas oportunidades para os educadores compartilharem com os alunos o acesso às informações e trabalhem de forma cooperativa. Nesse sentido, o advento das tecnologias de informação e comunicação (TICs) trouxe novas perspectivas para a EAD, levando as Instituições de Ensino, empresas e os profissionais de *instruction design* a se dedicarem ao desenvolvimento de cursos a distância e AVAs.

Conforme Primo (2008),

apesar das novas tecnologias oferecerem cada vez mais recursos para a aprendizagem, a desorganização no planejamento da apresentação de um material multimídia e a utilização inadequada de ferramentas disponíveis num AVA, podem causar desorientação do usuário que poderá até mesmo desmotivá-lo a se engajar na atividade proposta.

Quando se decide pela utilização de um AVA é preciso estabelecer critérios coerentes que sejam mais adequados ao processo educacional. Como analisar aspectos positivos e negativos? O que deve ser relevante? Que parâmetros devem nortear esta escolha?

É nesse contexto de variáveis que se procura melhor avaliar um ambiente, podendo, assim, possibilitar e promover situações de aprendizagem que mobilizem os estudantes a gerar significados e, por conseguinte, melhorar a construção de conhecimentos de forma autônoma.

De acordo com Laguardia "et al."(2007), "avaliar AVAs é uma tarefa complexa, pois, além de estarem em constantes estudos e evolução, contemplam variáveis de tecnologia e de aprendizagem".

Em todo processo de ensino-aprendizagem, a avaliação é o componente fundamental, pois através dela determina-se o cumprimento ou não dos objetivos educacionais previamente determinados. Luckesi (1998), Hoffman (2002) e Haydt (2000), são autores que discutem a avaliação numa perspectiva mais ampla. Para esses estudiosos, no processo de ensino-aprendizagem, a avaliação é um processo contínuo, integrado, comprometido com a aprendizagem e com a produção do conhecimento e não mais um fim, um mero exame ou julgamento.

Nesse sentido, existem muitos debates na literatura sobre os métodos e paradigmas para avaliações. Perrenoud (1999), por exemplo, em "Avaliação – da excelência à regulação das aprendiza-

gens” diz: “Bem antes de regular a aprendizagem, a avaliação regula o trabalho, as atividades, as relações de autoridade e a cooperação em aula e, de certa forma, as relações entre a família e a escola ou entre profissionais da educação”.

Basicamente, a avaliação apresenta três funções, que são controlar, classificar e diagnosticar.

Niquini (1996) apresenta duas formas para avaliação de *software* educacional: a formativa e a somativa. A primeira é direcionada para a previsão da individualização dos procedimentos para as soluções adotadas pelos alunos e para os obstáculos específicos que se opõem à compreensão. A segunda avaliação prevê globalmente o enfoque educativo produzido pela sua utilização, incluindo os objetivos alcançados e os obstáculos ou dificuldades. Nas duas formas, são aplicadas técnicas de levantamentos e tratamentos de dados, como questionários, observações e aplicação de testes de forma a garantir que os programas e objetivos educacionais sejam atingidos. Na avaliação das características técnicas, deve-se levar em consideração a máquina, o programa, os acessórios e a rede de *software*.

As técnicas e métodos de avaliação em AVAs são fundamentais e permitem dar *feedback* ao desenvolvedor e ao formador sobre os aspectos de usabilidade, ergonomia, confiabilidade, acessibilidade, interação e aspectos pedagógicos.

### 3.1. TIPOS DE AVALIAÇÃO DE AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM

Conforme os autores Laguardia “et al.”(2007) e Silva (1998),

A avaliação de AVAs pode tomar como base, para sua investigação, as condições em que a aprendizagem se realiza (estrutura), os modos pelos quais os estudantes são capazes de interagir sendo apoiados nas suas atividades (processos) e o alcance dos objetivos e das metas propostas (resultados).

De acordo com os autores Filho e Machado (2006),

“Um Ambiente Virtual de Aprendizagem é uma tecnologia educacional que pode ser avaliada sob diferentes aspectos que irão orientar diferentes julgamentos. Para se avaliar diferentes ambientes, devem ser levados em conta os paradigmas pedagógicos e ergonômicos que garantem a adequação e a qualidade do processo educacional”.

Segundo Valcke e Leeuw (2000),

“A avaliação de AVAs classifica-se em cinco tipos: Avaliação interna e análise do desempenho, Avaliação Ergonômica, Avaliação Externa com enfoque no ambiente sociocultural, Avaliação externa com abordagem dos coordenadores e promotores, e o quinto engloba outros métodos de avaliação”.

Avaliação interna e análise do desempenho: Neste tipo de avaliação, as estratégias mais utilizadas são a construção de indicadores, relacionados à atuação do aluno ao longo do curso e as modificações resultantes da aprendizagem. As estratégias utilizadas são quantitativas (Acessibilidade, Capacidade de buscas, Confiabilidade, Avaliação da plataforma) ou qualitativas (metodologia adotada), com questionários estruturados, semiestruturados e roteiros para caracterizar satisfação do usuário, participação e interações relacionadas ao uso da tecnologia.

Avaliação Ergonômica: Wisner (1995), afirma que:

“A ergonomia é o conjunto dos conhecimentos científicos necessários à concepção de ferramentas, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com conforto, segurança e eficácia. A abordagem ergonômica baseia-se no princípio básico de que o trabalho deve se adaptar ao homem. A transferência deste princípio para a informática gerou um enunciado mais específico: adaptar o computador ao usuário, e não o contrário”.

Avaliação externa com enfoque no ambiente sociocultural: este tipo de avaliação tem como objetivo contemplar análise de custo-benefício e custo-efetividade em que se comparam as experiências de EAD com métodos tradicionais.

Segundo Laguardia “et al.”(2007),

“Avaliação externa com abordagem dos coordenadores e promotores: nesta a avaliação, os objetivos de estudo são a variedade de níveis, os conflitos de interesses e o envolvimento dos responsáveis pelos cursos dentro da proposta de EAD digital”.

O quinto tipo engloba outros métodos de avaliação, tais como: seleção e uso de mídias adequadas à EAD, relevância e adequação dos cursos e materiais e análise dos escores dos aprendizes.

### 3.2. USABILIDADE

O termo usabilidade é definido pela norma *International Organization for Standardization – ISO 9241* “como a capacidade que um sistema interativo oferece a seu usuário, em determinado contexto de operação, para a realização de tarefas de maneira eficaz, eficiente e agradável” (Cybis et al., 2007, p.14). Desta forma, a usabilidade consiste em uma composição flexível entre aspectos objetivos e subjetivos envolvendo a produtividade na interação. Eficácia significa que o usuário é capaz de realizar a tarefa pretendida, eficiência se refere ao tempo gasto na realização da tarefa, e satisfação define o quanto o sistema é aceitável pelos usuários (Cybis et al., 2007).

Conforme Nielsen e Loranger (2007), usabilidade é o termo técnico que referencia a qualidade de uso de uma interface. Quanto maior a facilidade de aprender e memorizar, maior a rapidez de realização de tarefas, menor a taxa de erros e maior a satisfação do usuário, mais usabilidade tem a interface. Bastien *et al.*, (1992) consideram que usabilidade é a capacidade do software permitir que o usuário alcance suas metas de interação com o sistema.

Segundo Smith & Mayes (1996), a usabilidade é reconhecida como um fator vital e determinante no sucesso de qualquer sistema ou serviço baseado em computadores.

No contexto específico da interação humano-computador, área relativa ao design, avaliação e implementação de sistemas interativos, a usabilidade está ligada à simplicidade e facilidade com que um determinado software pode ser utilizado.

Para a percepção do usuário de uma boa usabilidade, três aspectos são fundamentais na interface: ser de fácil aprendizagem, permitir utilização eficiente e apresentar poucos erros (Nielsen, 1994).

Dos aspectos acima enunciados, pode inferir-se que a usabilidade não pode ser entendida como um mero conjunto de características unidimensionais que se baseiam exclusivamente na interface com o utilizador, uma vez que esta combina uma série de parâmetros e atributos. A análise da usabilidade é, por consequência, um processo complexo, no qual os métodos e técnicas variam de acordo com os objetivos, o contexto e o momento da avaliação. No caso do software educativo, este processo assume um caráter ainda mais particular, uma vez que o grau de esforço e os recursos necessários para atingir um determinado objetivo, a eficiência do produto e a satisfação do utilizador são fundamentais para promover uma dinâmica de ensino e de aprendizagem conducente ao sucesso.

### **3.2.1. USABILIDADE APLICADA NA ACESSIBILIDADE**

Um conceito que está sendo utilizado é o da usabilidade aplicada à acessibilidade. Ao trazer o termo 'usabilidade na acessibilidade', Amstel (2006) refere-se ao princípio básico da Web, que é o acesso por qualquer tipo de pessoa, mas são poucos os projetistas que seguem esse princípio. A maioria dos desenvolvedores de páginas Web ignoram boas práticas que viabilizam o acesso à informação (acessibilidade) e seu uso (usabilidade) por pessoas com necessidades especiais (Amstel, 2006).

Acessibilidade e usabilidade são conceitos que se inter-relacionam, pois ambos buscam a eficiência e eficácia no uso de uma interface com o usuário. Entretanto, Acessibilidade é um termo mais genérico, já que contempla todos os tipos de usuários e abrange vários aspectos da tecnologia, além de sua interface. Já o conceito de usabilidade engloba aspectos relacionados à interface e à interação de usuários, que não sejam deficientes, com o computador (Miranda, 2002, p.53).

Carrion (2007) distingue: acessibilidade é o termo usado para definir usabilidade para as pessoas com algum tipo de deficiência. Schneiderman (1998) coloca acessibilidade como uma categoria de usabilidade. Já usabilidade é aplicada para que os usuários naveguem sem dificuldades em páginas Web ou consigam um melhor aproveitamento. É definida como a qualidade de interação de uma interface e seu usuário.

Para a autora Oliveira (2001),

a acessibilidade, o intuito e a facilidade de uso em um sistema podem ser considerados como os fatores determinantes para a utilização ou não de um serviço de informação, requerendo constante *feedback* para que esses serviços possam ser planejados e atendam as necessidades presentes dos seus usuários.

Queiroz (2006) complementa afirmando que não basta tornar as páginas Web acessíveis, é preciso imergir na lógica da navegação, tornando-a mais rápida, fácil e eficiente a todos, para que sua utilização fique simples e confortável. Dessa forma, segundo o autor, os conceitos de acessibilidade e usabilidade complementam-se com o objetivo de tornar a Web acessível e usável aos usuários.

Quanto aos critérios técnicos e ergonômicos, deve-se verificar na interface: a presença de instruções necessárias para a utilização dos recursos disponibilizados, a densidade e a legibilidade das informações e dos objetos; a organização em design dos objetos e conteúdos, itens de menus e listas de seleção, observando a possibilidade de acesso com facilidade a todas as partes do software; o feedback; o vocabulário e a estrutura das frases; os erros gramaticais e ortográficos; a integração com outros produtos tecnológicos; a disponibilidade para controle e intervenção das operações; as possibilidades para configurações e adequações; a possibilidade para atualizações e modificações no software; o custo benefício.

Quanto aos critérios pedagógicos, é necessário verificar na interface: a forma de tratamento e a condução do erro; os recursos motivacionais, tais como: atratividade, desafios, níveis de acesso, nível de interação com o usuário, carga cognitiva, recuperação de conhecimentos e receptividade pelo aprendiz; a veracidade científica do conteúdo abordado; adequação do conteúdo ao currículo escolar; a sequência lógica e consistência do conteúdo. Além disso, é preciso observar: se há condições para criação de hipóteses; disponibilidade para armazenamento das operações realizadas, reforço, estratégias para aprendizagem se existem: ajudas, tutoria e suporte em relação ao conteúdo; a presença de: indicações para pesquisas, apelos condenados pela sociedade e algum tipo de discriminação ou preconceito; se os recursos gráficos são representativos para o conteúdo; se favorece o trabalho colaborativo; se apresenta resultado final das operações do usuário-aprendiz; se o cenário e o conteúdo estão em conformidade com os objetivos previstos.

### 3.2.2. USABILIDADE NO PROJETO DE AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM

Nesta etapa, apresentamos definições para o termo usabilidade, assim como a operacionalização deste conceito em critérios para avaliação de uma interface computadorizada. Listamos e descrevemos, então, alguns conjuntos de princípios de usabilidade propostos por autores das áreas de ergonomia, interação humano-computador e design.

#### *Conceituação e critérios de avaliação de usabilidade*

O termo usabilidade é normalmente encontrado na literatura se referindo a um conjunto de propriedades que deve ser avaliado em determinada interface, ou para definir uma qualidade positiva que essa interface deve possuir. Entretanto, é importante ressaltar que, quando compradores e usuários realizam a escolha de um sistema, sua decisão não depende apenas da usabilidade desse sistema, mas sim de uma avaliação mais abrangente que envolve a consideração de diversos fatores:

- utilidade (o sistema atingirá os objetivos necessários em termos funcionais?);
- compatibilidade (o sistema será compatível com outros já em uso?);
- aceitabilidade (os usuários perceberão que o sistema é adequado?);
- custos econômicos (quais são os custos de aquisição e de manutenção?);
- custos sociais (quais são as consequências sociais e para a organização?).

Portanto, a usabilidade é uma preocupação específica dentro de uma preocupação maior que é a aceitabilidade prática e social do sistema. Mas o que exatamente entendemos por usabilidade? Há várias tentativas de se encontrar uma definição precisa para o termo, cada uma enfocando diferentes aspectos da interação usuário-sistema. Alguns exemplos são:

*"Usability is presented as a concept which can limit the degree to which a user can realize the potential utility of a computer system."* (Eason, 1984, p.133);

*"Usability concerns the extent to which an end-user is able to carry out required tasks successfully, and without difficulty, using the computer application system."* (Ravden & Johnson, 1989, p. 09);

*"Usability is the capability in human functional terms to be used easily and effectively by the specified range of users, given specified training and user support, to fulfil the specified range of tasks, within the specified range of environmental scenarios."* (Shackel, 1991, p. 24);

*"The usability of a computer is measured by how easily and how effectively the computer can be used by a specific set of users, given particular kinds of support, to carry out a fixed set of tasks, in a defined set of environments."* (Chapanis, 1991, p. 362-363);

*"Usability is a quality attribute that assesses how easy user interfaces are to use. The word 'usability' also refers to methods for improving ease-of-use during the design process."* (Nielsen, 2007);

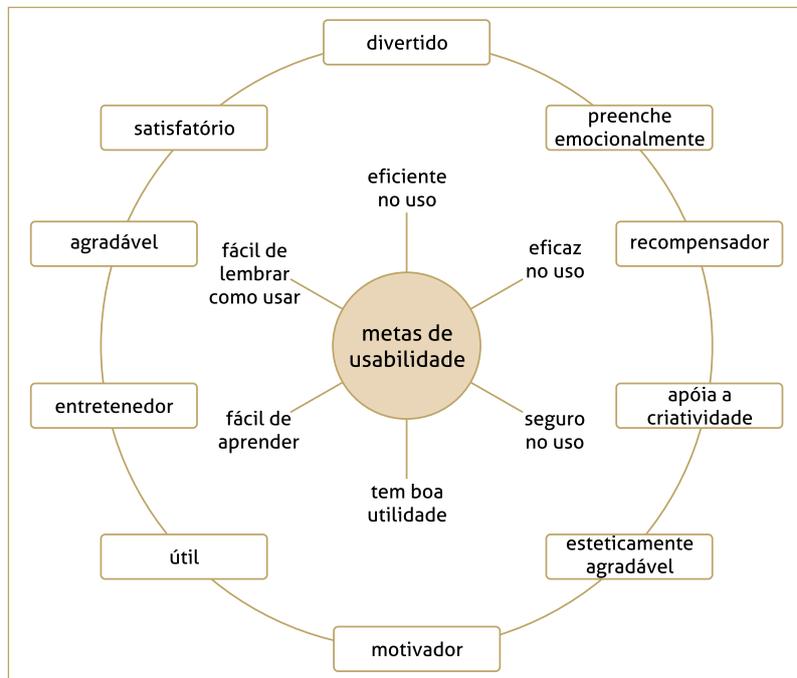
Entretanto, ao explorarmos as definições de usabilidade apresentadas, verificamos que nenhuma provê indicação do processo necessário para se conduzir uma avaliação de usabilidade. Vários autores reconhecem que os termos 'facilmente' e 'eficazmente' <http://www.exe.inf.ufsc.br/~sbie2009/index.php#> são bastante imprecisos e buscam critérios mais operacionais com base em erros, tempo de execução, tempo de aprendizado, avaliações subjetivas dos usuários, entre outros.

Apresentamos a seguir uma combinação dos critérios operacionais propostos por Chapanis (1991), Shackel (1991) e Nielsen (1995), ou seja as formas propostas pelos autores para se definir facilidade de uso e eficácia de maneira observável e mensurável.

- facilidade de inicialização (tempo necessário para se instalar o programa e iniciar sua utilização);
- facilidade de aprendizado (tempo necessário para aprender um conjunto básico de operações que permitem ao usuário iniciar suas tarefas);
- facilidade de memorização (o sistema deve ser fácil de lembrar, de maneira que o usuário ocasional seja capaz de reutilizá-lo sem ter que reaprendê-lo);
- eficácia (o conjunto de tarefas especificado deve ser completado acima do patamar de performance definido);
- eficiência (uma vez que o usuário aprendeu a utilizar o sistema, um alto nível de produtividade é atingido);
- taxa de erros (quantidade de erros cometidos e tempo para corrigi-los);
- versatilidade (número de diferentes funcionalidades que o sistema oferece);
- flexibilidade (o sistema deve permitir variações na forma de realização da tarefa e no ambiente de realização);
- atitude (a tarefa deve ser realizada dentro de níveis definidos como aceitáveis em termos de cansaço, desconforto, frustração e esforço pessoal);
- satisfação (uso continuado do sistema de forma estimulada).

Mais recentemente, alguns autores da área de interação humano-computador passaram a questionar o foco excessivo da usabilidade na melhoria da eficiência e da produtividade no trabalho.

Preece *et al.* (2002) argumentam que o design de sistemas computadorizados deveria se preocupar também com a experiência do usuário, ou seja, em como o usuário se sente ao interagir com o sistema. A Figura 69 apresenta metas de usabilidade.



**Figura 69-** Metas de usabilidade

Fonte: traduzido e adaptado de Preece *et al.*, 2002: 19.

Os autores que seguem essa tendência se preocupam principalmente em criar sistemas que, além de fáceis de usar, sejam divertidos, prazerosos e esteticamente agradáveis. As pesquisas tentam investigar a questão do prazer obtido na interação de forma mais detalhada. Os resultados apontam alguns aspectos que contribuem para uma interação prazerosa: atenção, ritmo, jogabilidade, interatividade, controle consciente e inconsciente, engajamento e estilo de narrativa empregados no projeto do sistema. A tabela 8 apresenta estes fatores.

CRITÉRIO	P	T	J	A	S	EP	M
<b>Facilidade de uso:</b> refere-se às características da interface que a tornam de fácil utilização pelo usuário.	x	x	x	x	x	x	x
<b>Amenidade de diálogo:</b> refere-se às características da interface em fornecer uma forma de diálogo com o usuário que seja clara, precisa e familiar.	x	x	x			x	x
<b>Conforto audiovisual:</b> refere-se às características que tornam a interface agradável ao usuário.	x	x	x		x		x
<b>Funcionalidade:</b> refere-se às funções que são previstas pelo software e que estão dirigidas a satisfazer as necessidades de apoio nas atividades do aluno e do professor, dando ênfase a sua correta implementação	x			x	x	x	x
<b>Usabilidade:</b> refere-se ao esforço necessário para utilizar o software, bem como o julgamento individual desse uso por um conjunto explícito ou implícito de usuários.	x	x	x	x	x	x	x
<b>Documentação:</b> refere-se à característica do software de possuir uma documentação que transmita de uma forma correta as informações relacionadas à instalação, uso e manutenção.	x			x	x		x
<b>Objetivos:</b> referem-se aos propósitos, metas ou fins que se desejam atingir através da exercitação e/ou da prática.		x			x	x	x
<b>Conteúdo:</b> refere-se à forma de apresentar os exercícios, que inclui: sua organização geral, sua estrutura, estratégia de apresentação, suficiência e corretude.		x	x	x		x	x
<b>Motivação:</b> refere-se a todos os elementos necessários que permitam estimular de forma individual e coletiva o aluno para atingir com eficácia os objetivos definidos.		x				x	x
<b>Apoio às atividades do aluno:</b> refere-se ao conjunto de atividades que o software fornece que permitem ao aluno participar ativamente no processo de ensino-aprendizagem.	x		x		x	x	x

**Tabela 8** – Fatores que contribuem para interação em Ambiente Virtual de Aprendizagem  
 Lyra André R. de L., Leitão Daniel A., Amorim Guilherme B. C. de, Gomes Alex S.,  
 Ambiente Virtual para Análise de Software Educativo, ,wie 2003, Campinas (SP) .

Convém ressaltar que a avaliação de usabilidade em software educativo deve ser guiada não somente por critérios ergonômicos, como os que são discutidos nos estudos de Gamez (1998), mas também por aspectos pedagógicos (programas de ensino, objetivos, formas de avaliação), cognitivos (forma de aquisição do conhecimento, a maneira como o conhecimento é guardado na memória), psicopedagógicos (motivação, individualização da aprendizagem), lúdicos (referentes ao caráter de jogos, brinquedos e divertimentos) e socioculturais (oportunidade de uso do computador, intercâmbio cultural, questões associadas à cultura do usuário e sua formação), conforme argumenta Gladcheff (2001).

### 3.2.2.1. Princípios de usabilidade

Uma outra forma de se considerar a usabilidade é em termos de princípios de design.

Esses princípios são abstrações genéricas cujo objetivo é orientar designers durante o desenvolvimento de sistemas e são derivados de conhecimento teórico, resultados de pesquisas empíricas e, por que não dizer, senso comum. Eles tendem a ser redigidos de forma prescritiva, sugerindo aos designers o que fazer e o que evitar em suas interfaces, mas sem a intenção de trazer recomendações sobre a forma específica que os elementos da interface devem tomar.

Apresentamos a seguir uma comparação dos princípios de usabilidade propostos por Nielsen (1995), Mayhew (1992), Shneiderman (1998), Marcus (1997) e Bastien e Scapin (1993) para nortear o projeto de sistemas computadorizados interativos. Apesar de utilizarem expressões diferenciadas, verifica-se o consenso entre esses autores no que diz respeito aos princípios mais relevantes, como simplicidade, compatibilidade com o usuário, consistência, *feedback*, minimização da carga na memória de curta duração, prevenção e fácil correção de erros, controle e flexibilidade. Muitos desses princípios serviram, mais recentemente, de base para a construção de *checklists* de desenvolvimento e avaliação de softwares educativos.

AUTORES QUE PROMOVEM O PRINCÍPIO					
PRINCÍPIOS	NIELSEN	MAYHEW	SHNEIDERMAN	MARCUS	BASTIEN & SCAPIN
Simplicidade	X	X		X	X
Clareza de diálogo	X		X	X	
Compatibilidade com o usuário	X	X	X	X	X
Compatibilidade entre produtos		X			
Compatibilidade com a tarefa		X		X	X
Compatibilidade com o texto					X
Consistência	X	X	X	X	X
<i>Feedback</i>	X	X	X	X	X
Minimização da carga da memória de curta duração	X		X	X	X
Mensagens de erro claras	X			X	
Prevenção, proteção e fácil correção de erros	X	X	X	X	X
Providência de <i>help on-line</i> e documentação sobre o sistema	X			X	
Familiaridade		X			
Controle do usuário sobre o sistema		X	X	X	X
Flexibilidade / personalização		X	X	X	X
Tecnologia invisível		X			
Robustez técnica					
Grupamento funcional explícito				X	X
Legibilidade e leiturabilidade das informações apresentadas					X
Informação contextual para a tomada de decisão				X	
Códigos significativos					X

**Tabela 9** – Comparação dos princípios de usabilidade propostos por diversos autores

Fonte: Gomes, Pedovani (2005)

### 3.2.3. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA USABILIDADE

A avaliação é uma atividade muito importante no ciclo de design iterativo. Nos últimos anos, a comunidade de IHC tem desenvolvido e testado uma ampla gama de métodos práticos, alguns dos quais podem ser aplicados a softwares educativos. Existem atualmente, inclusive, ferramentas de avaliação dirigidas a alunos, pais e professores disponíveis on-line. Comunidades educativas também criaram o hábito de disponibilizar em seus sites os resultados de avaliações de software educativo para dar suporte a professores na escolha de material educativo (ex.: UNESCO ICT in Education, NETS for Teachers, Southern Region Educational Board – USA, SuperKids Educational Software Review).

Na área de usabilidade, há diferentes abordagens para a avaliação de interfaces computadorizadas. Cada abordagem adota seus próprios critérios, procedimentos, seu foco e tem, consequentemente, maior ou menor aplicabilidade dependendo do sistema em processo de avaliação. Também há diferenças no que concerne à *expertise* técnica, aos custos, ao ambiente e aos equipamentos necessários à condução da avaliação.

Lansdale & Ormerod (1995) propõem as seguintes categorias para caracterizar as abordagens de avaliação de usabilidade: testes de usabilidade; *guidelines*, *standards* e *checklists*; modelagem formal e inspeção por especialistas. Essas mesmas categorias aparecem nas classificações de Chapanis (1991), Shackel (1991), Christie *et al.* (1995), apesar de utilizarem nomenclaturas um pouco diferentes.

Testes de usabilidade: Esta abordagem se baseia no princípio de produção de protótipos e captura de dados observando a interação dos usuários com o sistema. Para que os resultados desses testes sejam válidos, é importante recrutar usuários representativos do público-alvo e escolher tarefas realistas para serem realizadas durante os testes. Também é importante decidir que tipo de dados se deseja obter e como a análise será realizada como parte do planejamento dos testes;

*Guidelines*, *standards* e *checklists*: *Guidelines* são recomendações sistematicamente organizadas para orientar o design ou a avaliação de certos aspectos da interface;

*Standards* são *guidelines* exaustivamente discutidos por instituições especializadas, os quais se tornam então normas. *Checklists* são baseados em *guidelines* e *standards* e consistem em uma série de questões agrupadas em categorias, cujas respostas dão um indicativo da qualidade do software. Essa abordagem é composta de ferramentas de transferência, pois especialistas em ergonomia e usabilidade formulam *guidelines* e *checklists* que podem ser aplicados por desenvolvedores e avaliadores não especialistas;

Modelagem formal: O objetivo desta abordagem é definir propriedades de interação da interface e identificar as habilidades cognitivas necessárias para sua utilização, prevendo a performance do usuário. A modelagem pode ser utilizada para indicar pontos críticos da interface em que a ocorrência de erros e incompatibilidades é mais provável e então optar por soluções particulares de design. Alguns exemplos de métodos de modelagem são GOMS, KLM, TAG e HTA;

Inspeção por especialistas: Consiste na emissão de pareceres sobre a qualidade do software com base em um conjunto de princípios (heurísticas) ou pela simulação da realização de uma série de tarefas (abordagem *walkthrough*). Esses especialistas podem ser da área de usabilidade, cujo propósito maior é inspecionar a interface em termos de sua facilidade de uso, ou especialistas no domínio, os quais avaliam a correção do conteúdo, estruturação e as atividades disponibilizadas aos usuários. Os métodos mais comuns são a avaliação heurística e a abordagem *walkthrough*.

No contexto da avaliação de usabilidade de interfaces educativas, somam-se às categorias anteriores três perspectivas que orientam a realização de testes de usabilidade. Cada uma delas distingue-se das demais pelo foco de estudo. A primeira classe corresponde aos testes de usabilidade centrados no artefato. A segunda classe focaliza sua análise na aprendizagem, mediada pela análise das adaptações cognitivas conforme modelo construtivista. A terceira classe de testes analisa os contextos sociais de uso das interfaces.

Testes centrados no artefato: A primeira classe de testes de usabilidade engloba os que permitem descrever as interfaces sem que haja necessidade de interpretar fatores implicados em processos cognitivos. Nessa classe encontram-se os testes do tipo *checklist*, ou usabilidade *guideline*, e testes baseados em princípios de design.

Testes centrados na aprendizagem: A segunda classe de testes de usabilidade relaciona os que descrevem o uso da interface pelo usuário, com o foco da análise na ação deste. O modelo teórico é de base construtivista, e a unidade central de análise é o conceito piagetiano de esquema mental. Em alguns testes, a ação relaciona-se com aprendizagem (Gomes, 1999). Esse modelo permite analisar a aprendizagem de conceitos que ocorre ao longo do processo de adaptação do usuário ao uso da interface.

Diferente da abordagem anterior, podem-se analisar estratégias de realização de tarefas e a aprendizagem mediada em processos de adaptação à análise da aprendizagem mediana.

Testes centrados no contexto social: A terceira classe de testes analisa a afinidade de uso da interface, ou seja, a interação entre o usuário e a interface. A unidade de análise é a atividade, unidade mista composta de processos cognitivos e artefatos mediadores.

O método de avaliação observacional passa pela recolha de dados acerca do que os utilizadores fazem enquanto interagem com o software. Podem ser usadas duas categorias de dados técnicos: uma, relativa à forma como os utilizadores captam as tarefas a desempenhar (maiores dificuldades e possíveis soluções) e outra, com as medidas de desempenho (frequência, tempo e erros relativos às tarefas realizadas).

A **observação dos usuários** pode ser de duas formas, direta ou indireta. Na forma direta, o avaliador observa o comportamento do usuário como sequência de ações. O usuário pode modificar o comportamento pelo fato de estar sendo observado. Na observação indireta são coletadas informações de forma automática, não interferindo no comportamento do usuário.

Para além da observação direta (cuja utilização implica a existência da figura de um observador que analisa as reações dos utilizadores), existe a gravação de vídeo, o "*software logging*" (que consiste no registro automático de dados relativos à interação entre o utilizador e o software), a observação interativa e os protocolos verbais (o utilizador é levado a verbalizar as suas opiniões sobre o produto).

No método por **investigação**, os investigadores preocupam-se em conhecer e entender as opiniões e preferências dos utilizadores, através de questionários, entrevistas, etc.

De acordo com Laguardia "et al."(2007), "o uso de questionários é provavelmente o método mais amplamente utilizado nos diversos tipos de avaliação de cursos".

Segundo Dixon (2001),

a aplicação de questionários pode ser realizada de forma presencial ou on-line, apresentando as seguintes vantagens: rapidez na coleta dos dados, uso de grandes amostras, menor custo de administração e processamento e taxas de retorno mais altas.

Os questionários são muito utilizados na avaliação de usabilidade, produzindo dados sobre a usabilidade com custos baixos, assim como proporcionam dados sobre o juízo do utilizador em vez destes serem fornecidos por especialistas ou teóricos. Assumem-se, portanto, como um fonte fidedigna, ainda que pouco contextualizada (Oliver: 2000), e pragmática da avaliação da usabilidade. Possibilitam, também, recolher a opinião de um grande número de utilizadores de diferentes perfis, num curto espaço de tempo. Como indica Ferreira (2006), os questionários constituem-se como uma técnica com uma cobertura muito alargada, facilitando a descoberta das opiniões de vários tipos de utilizadores, bem como as suas necessidades.

A **entrevista** é o método que permite coletar a opinião do usuário, pois, além do desempenho, é importante saber o que o usuário pensa sobre o uso que faz da tecnologia.

No método de **avaliação experimental**, o avaliador manipula um conjunto de fatores associados à interface e estuda os seus efeitos no utilizador. Neste tipo de avaliação, é necessário dar atenção a alguns aspectos, como o nível de experiência requerido ao utilizador, as hipóteses a serem testadas, a estrutura das tarefas, o tempo necessário para a experimentação, etc.

Tal como acontece com os métodos, no que concerne às técnicas que podem ser utilizadas para avaliar a usabilidade de um recurso informático, verifica-se uma grande heterogeneidade.

#### **3.2.4. TÉCNICAS DE AVALIAÇÃO DA USABILIDADE**

Na avaliação de AVAs, é necessário dispor de dados sobre características individuais dos participantes (observação do comportamento), do ambiente de aprendizagem, participação, comunicação, materiais e da tecnologia utilizada (Benigno; Trentin, 2000).

As técnicas de avaliação da usabilidade de software podem ser classificadas segundo diferentes critérios, e as perspectivas mudam de autor para autor, considerando os diferentes tipos de avaliadores, número de utilizadores e tipos de dados a recolher. A seguir apresentam-se estas técnicas.

**Preditiva/analítica:** Técnica que não necessita da participação do usuário, não é exigido o uso do software em uma situação real. Deve então ser aplicada por pessoas experientes em avaliação de softwares. As avaliações preditivas podem ser exemplificadas por:

- *Checklist:* Pode-se definir *checklist* como uma ferramenta com uma sequência de interações (questões) capaz de identificar situações que acarretem problemas na utilização dos softwares educacionais (Sales 2002). o *checklist* fornece uma lista de perguntas voltadas para o interesse pedagógico e para a usabilidade (facilidade de uso) dos programas, as quais ajudam a focalizar os critérios a serem avaliados (Squire e Preece, 1996).

Esta avaliação tem algumas vantagens citadas por Cybis (2007): redução de custos, por ser uma técnica de rápido aproveitamento; facilidade de identificação de problema de usabilidade, devido à especificação das questões; garantia de resultados mais estáveis; pode ser realizada por profissionais não especializados, pois o conhecimento do assunto abordado no *checklist* está embutido no próprio instrumento de avaliação.

**Heurísticas da Arquitetura de Informação:** as heurísticas para avaliação da Arquitetura de Informação foram criadas por Rosenfeld (2004), com o objetivo de validar um dos pontos mais importantes do desenvolvimento de uma interface, a fase inicial de construção. As heurísticas são as seguintes:

- Página principal: Será que há apoio a múltiplas maneiras de chegar ao conteúdo? (Por exemplo, através de pesquisa, navegação local, índice do site, mapa do site, entre outros.);

É preciso destacar as melhores maneiras de chegar ao conteúdo? (Apoiar as poucas maneiras de obter mais conteúdo útil aos usuários é obviamente mais importante e rentável do que lhes fornecer todas as formas possíveis.);

Será que orientam o usuário com relação ao conteúdo disponível no site? (Importante se existem muitos novatos visitando o site.);

Será que ajudam os usuários que já estiveram antes no site a saber o que estão procurando?

#### **SISTEMA DE BUSCA NA INTERFACE**

É fácil de encontrar e está em uma localização constante e adequada?

É fácil de usar? (Uma simples “home” e um botão de pesquisa são suficientes de um modo geral a todos os usuários.);

Será que a busca possui um refinamento? (A pesquisa é um processo iterativo. Refinar a pesquisa é provavelmente uma forma mais precisa e a melhor maneira de pensar em uma opção chamada “Pesquisa Avançada”).;

As consultas são utilizadas de forma eficaz? (Os motores de busca são adequados e fazem a correção ortográfica.).

#### **RESULTADOS DA PESQUISA**

Os resultados mais importantes estão disponíveis no topo da lista? (A busca em um site deve trazer os resultados mais relevantes no topo.);

O resultado da consulta é não repetitivo? (A maioria dos motores de busca irá repetir a consulta original.);

Fica claro o que está sendo pesquisado?

É claro quantos resultados de busca foram recuperados?

São úteis os componentes indicados por resultado? (Estes deverão ajudar os usuários a entender o suficiente sobre um resultado para distingui-lo de outros.);

Os resultados são agrupados de forma útil? (Geralmente, os resultados não são agrupados em tudo, mas os resultados são agrupados se tornando bem mais comuns).

### NAVEGAÇÃO NO SITE

É possível se mover através do site sem clicar enfrentando cansaço? (Experimentar alguns cenários comuns.);

Amplitude e profundidade estão equilibradas?

Os rótulos são claros e significativos?

### NAVEGAÇÃO CONTEXTUAL

Fica claro para o usuário qual é o site e quando estou no site?

Existem algumas opções de navegação que me levam onde eu quero? (*Links* relacionados são raros, mas incrivelmente úteis quando bem executados.);

Eles estão claramente marcados como?

### AVALIAÇÃO HEURÍSTICA

Esta técnica dispensa a participação direta de usuários nas avaliações e consiste em inspeções e/ou verificações na interface ou projeto, fundamentadas em um conjunto de heurísticas de usabilidade, feitas por avaliadores especialistas em usabilidade com base em seus conhecimentos ergonômicos e sua experiência, que as percorrem em busca de possíveis problemas de interação humano-computador (Tonet, 2006).

Conforme Cybis (2003) *apud* Tonet (2006), as avaliações heurísticas devem ser realizadas de acordo com os seguintes procedimentos:

- Julgar a conformidade da interface com um determinado conjunto de princípios (heurísticas) de Usabilidade ou padrões de Usabilidade gerais, próprios ou desenvolvidos por especialistas na área;
- Percorrer a interface diversas vezes (pelo menos duas) inspecionando os diferentes elementos de interface comparando-os com a lista de heurísticas de Usabilidade e, ao detectar problemas, relatá-los associando-os com as heurísticas de Usabilidade que foram violadas;
- Anotar os problemas encontrados e sua localização;
- Avaliar a gravidade dos problemas;
- Gerar um relatório com o resultado da avaliação.

O conjunto de heurísticas amplamente utilizadas e difundidas em avaliações de interfaces são as heurísticas de Usabilidade, propostas por Nielsen (1993), as quais serão apresentadas abaixo:

1. **Visibilidade do status do sistema:** O sistema deve sempre manter os usuários informados sobre o que está acontecendo através de *feedback* adequado no tempo certo;
2. **Compatibilidade ou coerência do sistema com o mundo real:** O sistema deve "falar a língua" do usuário, com palavras, conceitos, expressões, frases, vocabulários que lhe sejam familiares, em vez de termos técnicos ou orientados ao sistema;

3. **Controle e liberdade do usuário:** Os usuários frequentemente escolhem funções do sistema por engano e precisam de uma “saída de emergência” claramente marcada para sair do estado indesejado sem ter que percorrer um diálogo extenso. A interface tem que permitir funções de *undo* e *redo*, isto é, deve possibilitar ao usuário desfazer ou refazer suas ações;
4. **Consistência e padronização:** Usuários não precisam adivinhar que diferentes palavras, situações ou ações têm o mesmo significado;
5. **Prevenção de erros:** Melhor que uma mensagem de erro é um design cuidadoso o qual previne o erro antes dele acontecer;
6. **Reconhecimento em vez de relembração:** Tornar objetos, ações e opções visíveis. O usuário não deve ter que lembrar informação de uma para outra parte do diálogo. Instruções para o uso do sistema devem estar visíveis e facilmente recuperáveis quando necessário;
7. **Flexibilidade e eficiência de uso:** Oferecer aceleradores e caminhos alternativos para uma mesma tarefa; permitir aos usuários customizarem ações frequentes;
8. **Estética e design minimalista:** Diálogos não devem conter informação irrelevante ou raramente necessária. Qualquer unidade de informação extra no diálogo irá competir com unidades relevantes de informação e diminuir sua visibilidade relativa;
9. **Ajuda aos usuários para reconhecer, diagnosticar e corrigir erros:** Mensagens de erro devem ser expressas em linguagem clara (sem códigos), indicando precisamente o problema e construtivamente sugerir uma solução;
10. **Ajuda e documentação:** Embora seja melhor um sistema que possa ser usado sem documentação, é necessário prover *help* e documentação. Essas informações devem ser fáceis de encontrar, focalizadas na tarefa do usuário e não muito extensas.

Nielsen estabeleceu, ainda, que, para cada problema encontrado, isto é, para cada heurística violada, deve-se definir a localização do problema e seu grau de gravidade (severidade) que vai de uma escala de 0 a 4, conforme apresentado na tabela 10 subsequente.

GRAU DE SEVERIDADE	TIPO	DESCRIÇÃO
0	Sem importância	Não afeta a operação da interface
1	Cosmético	Não há necessidade imediata de solução
2	Simple	Problema de baixa prioridade
3	Grave	Problema de alta prioridade
4	Catastrófico	Problema gravíssimo

**Tabela 10** – Grau de severidade dos problemas de interface segundo Nielsen (1993)

A avaliação heurística é utilizada para a análise dos ambientes *e-learning* com a finalidade de avaliar a usabilidade. Essa técnica pode ser aplicada em qualquer fase de construção do ambiente, através dela é revelado cerca de 80% dos problemas em uma interface.

#### **TÉCNICA DE INSPEÇÃO**

A inspeção de software que busca encontrar defeitos em artefatos de software em geral utilizando as técnicas, analisa e verifica as representações do sistema, como o documento de requisitos, os diagramas do projeto e o código fonte do programa. É considerada uma análise estática, já que não precisa que o software seja executado, a inspeção é incluída no processo de desenvolvimento do produto, sendo realizada nos estágios iniciais e se diferencia de outros métodos de inspeção por seguir um processo bem definido e listado (Mendes, 2006). Alguns métodos de inspeção que podem ser citados são (Dias, 2007):

- Inspeção Cognitiva: A partir de protótipos, os avaliadores a utilizam como se fossem usuários em primeiro contato com o software;
- Inspeção Formal: Geralmente utilizada nas fases finais de desenvolvimento do software, para detecção de problemas, principalmente de usabilidade;
- Objetivas/empíricas: O usuário tem participação ativa, com sessões de observação da interação, a exemplo da técnica de ensaios de interação;
- Ensaios de Interação: Simulação de uma situação real de trabalho, em campo ou em laboratório, da qual participam usuários representativos da população-alvo do sistema, com o objetivo de revelar problemas ligados à sua utilização real e obter dados objetivos sobre a produtividade na interação (Ramos, 2004);
- Prospectivas: Avaliação que exige a presença do usuário, contribuindo com suas experiências, opiniões e preferências. Baseiam-se nas aplicações de questionários de satisfação ou insatisfação do usuário ao utilizarem o software (Dias, 2007).

Desta forma, para a área de avaliação de ambientes virtuais de aprendizagem, o mais apropriado é entender que através da interface se estabelece o diálogo entre o usuário e o software. Estes usuários, ao lidarem com o software, estão em contato com dois tipos de aprendizagem: a ferramenta e o conteúdo instrucional (Hanna, 1997).

Com base nos diferentes métodos e nas técnicas acima referidos, torna-se possível elaborar ferramentas que permitem avaliar a usabilidade. Partindo do pressuposto que a avaliação da usabilidade é um processo para produzir um "valor/medida" da facilidade de uso (Obeso, 2005) de um recurso e que este valor/medida poderá ser de caráter qualitativo ou quantitativo, estas ferramentas permitem aferir o grau de satisfação do utilizador.

### 3.3. TIPOS DE METODOLOGIAS APLICADAS PARA AVALIAÇÃO DE SOFTWARE

Neste capítulo, iremos abordar alguns dos tipos de metodologias existentes para avaliações de softwares. Cada metodologia foca distintos fatores, mas que ao final possuem um único objetivo, identificar um software que seja capaz de atender as reais necessidades do usuário. Iremos, agora, detalhar cada método, são eles: Reeves, Ticese, Ergolist, Maep e Softmat.

#### 3.3.1. MÉTODO DE REEVES

A metodologia proposta por REEVES e HARMON apresenta duas abordagens complementares na avaliação de software educativo. Uma delas se baseia em quatorze critérios, e a outra em dez critérios relacionados à interface com o usuário. Os critérios são avaliados através de uma marca sobre uma escala não dimensionada representada por uma seta dupla. Em cada extremidade da seta, são colocados os conceitos antagônicos que caracterizam o critério, de modo que na extremidade esquerda fique situado o conceito mais negativo. A conclusão a respeito da avaliação é obtida graficamente analisando a disposição dos pontos marcados nas setas que devem ser ligados, colocando-se as setas umas sobre as outras.

#### 3.3.2. MÉTODO TICESE

A Técnica de Inspeção Ergonômica de Software Educacional (TICESE) foi desenvolvida na LabiUtil (Laboratório de Utilizabilidade) e destina-se a apoiar os processos de avaliação do software educacional. A técnica favorece a elaboração de um laudo técnico com o objetivo de orientar os responsáveis, na instituição de ensino, sobre a decisão de aquisição para uso em contexto escolar (SILVA, 1998 *apud* Andres, 2004, 6p).

A técnica é formada por um conjunto específico de critérios de análise e tem seu suporte teórico nas ciências cognitivas, ergonomia de software, psicologia da aprendizagem e pedagogia.

Segundo Gamez (1998), diferente de outras abordagens, a TICESE propõe a integração entre aspectos pedagógicos e de usabilidade no processo de avaliação ergonômica de um software educacional.

Para o autor, esses são os objetivos da TICESE:

- Fornecer diretrizes para avaliadores na tarefa de avaliar qualidade em software educacional;
- Orientar a realização de inspeção de conformidade ergonômica do software;
- Ter um enfoque particular sobre a ergonomia de software aplicada a produtos educacionais informatizados;
- Considerar tanto os aspectos pedagógicos como os aspectos referentes à interface e usabilidade.

Três módulos compõem a técnica: o módulo de classificação, de avaliação e de contextualização.

**Classificação:** É introdutório. Tem como objetivo determinar a modalidade de software educativo (tutorial, exercício e prática, simulador, hipertexto, ou outra classificação), a identificação da abordagem pedagógica subjacente, (Construtivista, Behaviorista, Construcionista, ou outra) e, por fim, a identificação das habilidades cognitivas exigidas (aplicação, análise, síntese e avaliação extensiva da Taxonomia de Bloom).

**Avaliação:** Consiste no principal módulo da técnica: avalia a conformidade do software educativo aos padrões ergonômicos de qualidade, objetivando, assim, avaliar a capacidade do software em auxiliar o aprendizado específico. Através deste módulo, é possível verificar os recursos pedagógicos e de apoio à aprendizagem utilizados e sua forma de operação. Neste caso, o módulo apoia também a avaliação da facilidade de uso do sistema e dos materiais impressos que o acompanham.

Os critérios definidos para efetuar esta inspeção foram desenvolvidos a partir de uma abordagem de convergência e de extensão dos critérios ergonômicos para interface de software em geral, propostos por Bastien e Scapin (1993).

As atividades, segundo esta estratégia proposta por BASTIEN e SCAPIN (1993), basearam-se em uma revisão bibliográfica aprofundada sobre o tema e na aplicação dos critérios em desenvolvimento em situações de avaliação real de software educativo. O conjunto de critérios resultante é:

**1. Qualidade da apresentação da informação:**

- abrangência dos dados de identificação (do produto, dos objetivos e pré-requisitos técnicos e pedagógicos);
- organização e apresentação da documentação impressa (presteza, agrupamento de itens, legibilidade e densidade informacional);
- organização e apresentação da informação on-line (presteza, legibilidade, agrupamento/distinção de itens, feedback imediato);
- significado dos códigos e das denominações;
- homogeneidade/coerência.

**2. Qualidade dos recursos:**

- qualidade dos recursos para a motivação e compreensão dos conteúdos;
- qualidade dos recursos de avaliação do aprendizado;
- qualidade da gestão de erros (correção, qualidade das mensagens e da proteção contra os erros);
- qualidade da ajuda on-line.

### 3. Qualidade da operação:

- carga de trabalho (carga e densidade informacional, objetividade, ações mínimas);
- adaptabilidade (flexibilidade, consideração da experiência do usuário);
- controle explícito (ações explícitas e controle do usuário);
- compatibilidade.

### CONTEXTUALIZAÇÃO

É complementar ao critério anterior e visa a auxiliar no processo de tomada de decisão sobre uma provável aquisição, mediante a adequabilidade do produto ao contexto específico da instituição.

Cada instituição de ensino possui características e contextos próprios, que se diferenciam das demais. Apresentam projetos políticos pedagógicos próprios e, em geral, os recursos financeiros variam conforme suas disponibilidades.

A decisão sobre a aquisição do software não pode ser baseada unicamente na qualidade do produto em si, mas estar fundamentada sob uma série de considerações que avaliam a pertinência e adequabilidade do uso do software educacional na referida instituição, como enfatiza Silva (1998).

### 3.3.3. MÉTODO ERGOLIST

O Ergolist é um sistema de avaliação de qualidade ergonômica de software, que foi desenvolvido pelo Laboratório de Utilizabilidade da Universidade Federal de Santa Catarina (LABIUTIL), para ser usado na internet, de forma on-line, segundo Silva e Vargas (1999).

O Ergolist se constitui em um serviço Web composto de uma base de conhecimento em ergonomia, associado a um *checklist* para a inspeção ergonômica de interfaces homem-computador.

A ergonomia é uma ciência que busca a adaptação do ambiente teórico e organizacional ao homem, com a finalidade de obter a satisfação e produtividade no trabalho (Gamez, 1998).

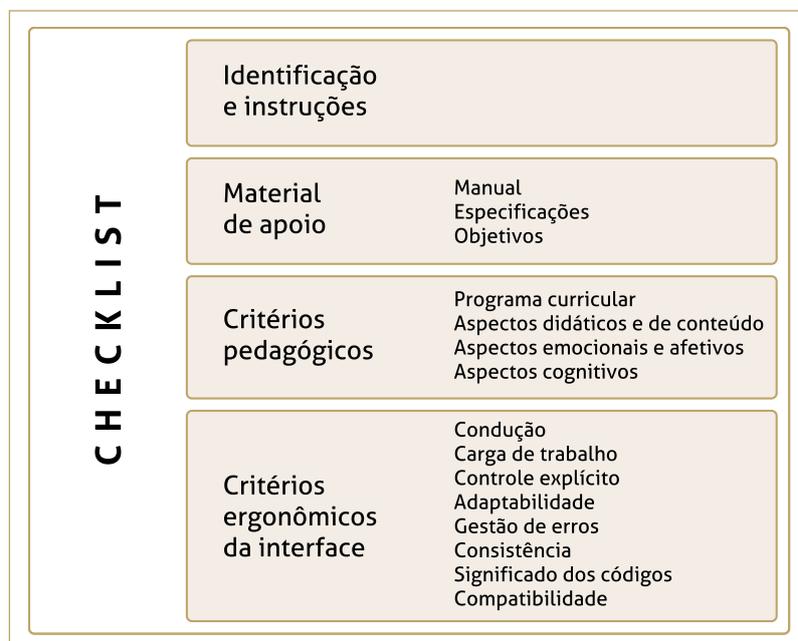
Dentro da ergonomia, existem estudos sobre a Interação Humano-Computador (IHC), onde são oferecidas bases teóricas e metodológicas capazes de encontrar as dificuldades relacionadas com o homem e a máquina.

Segundo Gamez (1998), a Ergonomia de IHC pode ser aplicada a qualquer dispositivo de interação e sua consequente relação com o grau de satisfação do usuário irá determinar a qualidade ergonômica do dispositivo.

Os objetivos da avaliação ergonômica podem ser:

- avaliar as funcionalidades (necessidades dos usuários);
- avaliar o efeito da interface sobre o usuário, que se traduz na facilidade de aprendizagem do software e na eficiência de uso.

Conforme Cybis (1999), a avaliação dos efeitos do software sobre os usuários é um trabalho que pode ser realizado sem a participação direta deles. No entanto, estas técnicas exigem uma carga alta de experiência do avaliador, o qual é treinado para verificar uma série de recomendações ergonômicas. A Figura 70 apresenta a estrutura de um *checklist*.



**Figura 70** – Estrutura de um checklist (Silva, 1998)

Nesse ambiente, o analista pode avaliar a interface de um aplicativo utilizando o *checklist* disponibilizado em um endereço Web administrado pelo LabUtil.

Para Heemann (1997), essa metodologia baseia-se em recomendações ergonômicas geradas a partir de critérios, tais como: importância e pertinência da recomendação, existência de material explicativo sobre ela e sua aderência a um critério ergonômico e a uma característica de interface. A sua utilização ocorre da seguinte maneira: O usuário (avaliador) dispõe de um *checklist*, no qual poderá fornecer suas opiniões e observações à medida que for realizando a avaliação. Ao finalizar a avaliação, será fornecido um laudo pelo programa com os resultados estatísticos da avaliação realizada.

### 3.3.3.1. Critérios ergonômicos para avaliação de interfaces em avas

Para Wisner (1987), a ergonomia é o conjunto dos conhecimentos científicos relativos ao homem e necessários à concepção de ferramentas, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo de conforto, segurança e eficácia. A abordagem ergonômica baseia-se no princípio básico de que o trabalho deve se adaptar ao homem. A transferência deste princípio para a informática gerou um enunciado mais específico: adaptar o computador ao usuário, e não o contrário.

Os “Critérios Ergonômicos” constituem um conjunto de qualidades ergonômicas que as interfaces humano-computador deveriam apresentar. Eles foram desenvolvidos em 1993 por dois pesquisadores de língua francesa, Dominique Scapin e Christian Bastien, ligados ao INRIA (Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique, da França). O conjunto é composto por 8 critérios ergonômicos principais que se subdividem em 18 sub-critérios e critérios elementares.

A seguir serão apresentados os conceitos dos principais critérios ergonômicos:

**Condução:** refere-se aos meios disponíveis para aconselhar, orientar, informar, e conduzir o usuário na interação com o computador (mensagens, alarmes, rótulos, etc.). Quatro subcritérios participam da condução: Presteza, Agrupamento/distinção entre itens, Feedback imediato e Legibilidade;

**Presteza:** Este critério engloba todos os mecanismos ou meios que permitem ao usuário conhecer as alternativas, em termos de ações, conforme o estado ou contexto no qual se encontra. A presteza refere-se às informações que permitem ao usuário identificar o estado ou contexto no qual se encontra, bem como as ferramentas de ajuda e seu modo de acesso;

**Agrupamento/Distinção de Itens:** Este critério refere-se à topologia (localização) e a algumas características gráficas (formato) para indicar as relações entre os vários itens mostrados, para indicar se eles pertencem ou não a uma dada classe, ou ainda para indicar diferenças entre classes;

**Feedback Imediato:** Refere-se às respostas do sistema conforme às ações do usuário. As respostas do computador devem ser fornecidas de forma rápida e consistente para cada tipo de transação;

**Legibilidade:** Refere-se às características lexicais das informações apresentadas na tela que possam dificultar ou facilitar a leitura desta informação (brilho do caráter, contraste letra/fundo, tamanho da fonte, espaçamento entre palavras, espaçamento entre linhas, espaçamento de parágrafos, comprimento da linha, etc.);

**Carga de Trabalho:** Compreende todos os elementos da interface que têm um papel importante na redução da carga cognitiva e perceptiva do usuário e no aumento da eficiência do diálogo;

**Brevidade:** Corresponde à carga de trabalho perceptiva e cognitiva, tanto para entradas e saídas individuais, quanto para conjuntos de entradas;

**Controle Explícito:** Ações explícitas: Controle do usuário;

**Adaptabilidade:** capacidade de reagir conforme o contexto, as necessidades e preferências do usuário. Dois subcritérios participam da adaptabilidade: a Flexibilidade e a Consideração da Experiência do Usuário;

**Flexibilidade:** meios colocados à disposição do usuário, os quais permitem personalizar a interface. Ela corresponde às diferentes maneiras utilizadas pelo usuário para alcançar um objetivo.

**Experiência do Usuário:** O grau de experiência dos usuários pode variar, meios diferenciados devem ser previstos para lidar com diferenças de experiência, permitindo que o usuário delegue ou se aproprie da iniciativa do diálogo.

**Gestão de Erros:** Mecanismo que permitem evitar ou reduzir a ocorrência de erros e, quando eles ocorrem, favorecem sua correção;

**Proteção Contra os Erros:** Mecanismos empregados para detectar e prevenir os erros de entradas de dados, comandos, possíveis ações de consequências desastrosas e/ou não recuperáveis;

**Qualidade das Mensagens de Erros:** Refere-se à pertinência, à legibilidade e à exatidão da informação dada ao usuário sobre a natureza do erro cometido (sintaxe, formato, etc.), e sobre as ações a executar para corrigi-lo;

**Correção dos Erros:** Meios colocados à disposição do usuário com o objetivo de permitir a correção de erros;

**Coerência (Consistência):** O critério homogeneidade/coerência refere-se à forma na qual as escolhas na concepção da interface (códigos, denominações, formatos, procedimentos, etc.) são conservadas de forma idêntica em contextos idênticos, e de modo diferente para contextos diferentes;

**Significado dos Códigos e Denominações:** Compreende a adequação entre o objeto ou a informação apresentada ou pedida e sua referência;

**Compatibilidade:** Refere-se ao grau de similaridade entre diferentes ambientes e aplicações.

#### 3.3.4. MÉTODO MAEP

O MAEP é um método de avaliação ergopedagógico proposto em Silva (2001), no qual foi elaborado um modelo de avaliação que agrega aspectos pedagógicos e ergonômicos na mesma ferramenta, visando a contemplar um projeto educacional, comunicacional e computacional que atendesse às exigências de um produto educacional informatizado e que pudesse ser estruturado de modo a auxiliar tanto projetistas como educadores na concepção, avaliação e utilização.

A estratégia inicial para construir esse modelo baseou-se no levantamento dos objetivos pedagógicos e ergonômicos, reunindo o maior número de informações significativas sobre essa interdisciplinaridade de forma que o avaliador pudesse ter uma visão geral dos elementos que deveria observar, facilitando-lhe a pesquisa sobre esses pontos e a aplicação das várias tipologias.

A partir desse modelo, desenvolveu-se um *checklist* básico para avaliação de um software educacional na área da construção civil (Silva, 2001), composto de três (3) partes, que teve por objetivo qualificar o programa a partir das características ergonômicas e pedagógicas desejáveis.

Dessa forma, o percentual de cada tópico apresentado significa o grau de satisfação em relação a essas características.

Este método tem origem em constatações e indagações oriundas do cotidiano de uso da informática educativa, especialmente no uso do software educacional. Além disso, a construção desse método foi resultado de uma reflexão aprofundada visando a conciliar as exigências do campo da ergonomia de IHC com a pedagogia.

### **3.3.5. MÉTODO SOFTMAT**

O Softmat é um repositório virtual de softwares educacionais apropriados para Matemática do Ensino Médio, em que os seus softwares vêm acompanhados de suas respectivas avaliações.

Baseada nesse repositório, uma equipe formada por professores de Matemática, alunos de Licenciatura em Matemática, uma pedagoga, um aluno do curso superior de Tecnologia em Desenvolvimento de Software e uma doutora em Engenharia de Sistemas e Computação, utilizou-se da metodologia proposta por Gladcheff, Zuffi e Silva (2001), que é específica para Matemática do Ensino Fundamental, adaptando-a para o Ensino Médio através de diversas modificações, originando assim a metodologia SoftMat.

Trata-se de um instrumento de avaliação de softwares educacionais voltados para Matemática do Ensino Médio. É composto de um questionário, disposto em cinco blocos de questões, considerando tanto aspectos técnicos das normas ISO (ISO/IEC9126-1 e ISO/IEC12119) quanto questões específicas do setor educacional. Através deste instrumento, são avaliados atributos de qualidade externa dos softwares.

Os blocos estão organizados da seguinte forma:

- a. questões relativas à documentação (documentação de descrição e manual do usuário, impresso ou on-line);
- b. questões operacionais (relacionadas à instalação e utilização do software);
- c. questões relacionadas a características pedagógicas gerais (objetivos, usabilidade, conteúdos matemáticos e praticidade);
- d. questões relacionadas às propostas dos Parâmetros Curriculares do Ensino Médio (PCNEM) para Matemática;
- e. questões relativas à proposta pedagógica privilegiada no software.

Na visão de Batista (2004), a metodologia SoftMat apresenta, ainda, uma questão aberta, que encerra a avaliação solicitando o registro da visão do avaliador a respeito do software avaliado (pontos considerados positivos e negativos, importância do software como recurso didático, entre outros).

### 3.3.6. TÉCNICA DE MUCCHIELLI

Segundo Silva (1998), a Técnica de Mucchielli avalia a eficácia global do software sobre o público para o qual ele é concebido. A utilização de técnicas de avaliação nesta fase é necessária para a coleta de dados: observação das reações do usuário-alvo, avaliação das aquisições e impressões sobre a qualidade do software, questionários, entrevistas e ainda ouvir um grupo de especialistas antes de fazer funcionar o software. Neste tipo de avaliação, é necessário o uso de *checklists*, ensaios de interação e avaliações heurísticas realizadas pelo professor. Por meio desta técnica, é possível detectar os aspectos computacionais e principalmente pedagógicos.

Muchielli em 1987 propôs dez passos a serem examinados na avaliação pedagógica do software educacional:

- Avaliação das aquisições permitidas, concernentes aos elementos de conhecimento retido ou à medida das performances evolutivas, resultado dos testes de avaliação;
- Qualidade do modelo pedagógico adotado;
- Qualidade da ideia geral do software;
- Qualidade e variedade dos procedimentos de interatividade utilizados;
- Qualidade da flexibilidade do software;
- Natureza e qualidade das ajudas;
- Grau de flexibilidade do software;
- Qualidade das telas;
- Qualidade do documento de acompanhamento;
- Avaliação contínua do produto.

Esta pesquisa almeja contribuir com novos olhares sobre AVAs, seja como elemento auxiliar no complexo processo de escolha de um ambiente, seja como suporte para as necessidades de customização dos ambientes em utilização nas Instituições, sempre objetivando melhorias para o processo de ensino a distância, resultando em ambientes que contribuam para a formação integral do acadêmico.

Este trabalho não tem a pretensão de apresentar resultados conclusivos, mas servir para orientar os trabalhos iniciais no contexto de avaliação de AVAs.

## REFERÊNCIAS

**ADOBE SYSTEMS INCORPORATED.** Adobe Flash Lite 2.1 Datasheet. Disponível em: <<http://www.adobe.com/products/flashlite/productinfo/overview/datasheet.pdf>>. Acesso em: out. 2008.

AHONEN, M.; JOYCE, B.; LEINO, M.; TURUNEN, H. **Mobile Learning – A Different Viewpoint**, In KYNÄSLAHTI, H.; SEPPÄLÄ, P. (Ed). *Professional Mobile Learning*. Helsinki: IT Press, 2003.

ALLIANCE. Alliance Open Hand Sent. **Android Overview**. Disponível em <[http://www.openhandsetalliance.com/android\\_overview.html](http://www.openhandsetalliance.com/android_overview.html)>. Acesso em: nov. 2008.

ALMEIDA, M. E. B. Tecnologia e educação a distância: abordagens e contribuições dos ambientes digitais e interativos de aprendizagem. Disponível em: < [http://www.anped.org.br/reunioes/26/trabalhos/mariaeliza\\_bethalmeida.rtf](http://www.anped.org.br/reunioes/26/trabalhos/mariaeliza_bethalmeida.rtf)> Acesso em: 28 ago. 2008.

**Ambiente Virtual de Aprendizagem MOODLE.** Disponível em: <<http://cead.ufsm.br/moodle/login/index.php>>. Acesso em ago. 2009.

**Ambientes Virtuais de Aprendizagem.** Disponível em: < <http://ambientesvirtuaisdeaprendizagemposlin.blogspot.com/2008/05/moodle.html>>. Acesso em ago. 2009.

AMSTEL, F. rederick V. **Usabilidade na acessibilidade.** 2006. Disponível em: <[http://www.usabilidoido.com.br/usabilidade\\_na\\_acessibilidade.html](http://www.usabilidoido.com.br/usabilidade_na_acessibilidade.html)>. Acesso em: jul. 2009.

ANDRES, D. P. **Avaliação de Usabilidade nos Softwares Educacionais.** Logos: Revista de divulgação científica/ Universidade Luterana do Brasil. vol.1,n.1 (out.1989): - Canoas: Ed.ULBRA, 1989.

**ANDROID.** Disponível em: <<http://www.ainode.com.br/android.jpg>>. Acesso em: jul.2009.

ARRIGO, M. ; GIUSEPPE, O. D. ; FULANTELLI, G. ; GENTILE, M. ; NOVARA, G.; SETA, L. ; TAIBI, D.. **A Collaborative M-Learning Environment MoUle – Mobile and Ubiquitous Learning Project.** Institute for Educational Technology - Italian National Research Council -Itália. Trabalho apresentado na 6th International Conference on Mobile Learning- Mlearn 2007 – Melbourne – Austrália.

AVELLIS, G.; SCARAMUZZI, A.; FINKELSTEIN, A. **Evaluating non-functional requirements in mobile learning contents and multime-**

- dia educational software.** In: EUROPEAN CONFERENCE ON MOBILE LEARNING – MLEARN, 2003.
- BARBOSA, D. N. F.. **Um modelo de educação ubíqua orientado à consciência do contexto do aprendiz.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007.
- BARBOSA, D. N. F. ; SARMENTO, D. F.; BARBOSA, J. L. V.; GEYER, C. F. R.. **Em direção à educação ubíqua: aprender sempre, em qualquer lugar, com qualquer dispositivo.** CINTED UFRGS – Novas Tecnologias na Educação, 2008.
- BASTIEN, J. M. C., SCAPIN, D. L. **A validation of ergonomic criteria for the evaluation of human-computer interfaces.** International Journal of Human-Computer Interaction, 4(2), 183-196. 1992.
- BASTIEN, J. M. C.; SCAPIN, L. D. **Ergonomic Criteria for the Evaluation of Human- Computer Interfaces.** França, 1993.
- BATISTA, S. C. F. **Softmat: Um Repositório de Softwares para Matemática do Ensino Médio** - Um Instrumento em Prol de Posturas mais Conscientes na Seleção de Softwares Educacionais. Dissertação (Mestrado) — Universidade Estadual do Norte Fluminense - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, 2004.
- BENIGNO, V.; TRENTIN, G. **The evaluation of online courses.** *Journal of Computer Assisted Learning*, v. 16, p. 56-70, 2000.
- BOWKER, R.R. **Wireless Training or "m-learning" is here: first movers in the pool.** Lifelong learning. Market report, ( p. 5-22), 2000.
- CARRION, W. **Acessibilidade Web.** Disponível em: <[http://imasters.uol.com.br/artigo/3134/acesibilidade/acesibilidade\\_web/](http://imasters.uol.com.br/artigo/3134/acesibilidade/acesibilidade_web/)>. Acesso em: jun. 2009.
- CHAPANIS, A. **Evaluating usability.** In SHACKEL, Brian & RICHARDSON, Simon, eds. Human factors for informatics usability. Cambridge, Cambridge University Press, 1991. p. 359-395
- CHRISTIE, B., SCANE, R. and COLLYER, J., **Evaluation of human-computer interaction at the user interface to advanced IT systems.** In Evaluation of Human Work: a Practical Ergonomics Methodology, 2nd edition, edited by J.R. Wilson and E.N. Corlett (London: Taylor & Francis), 1995. pp. 310-356.

COSTA, C. A.; GEYER, C. F. R.. **Um ambiente virtual interativo, customizado e orientado à intenção do usuário na computação pervasiva.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Computação, 2005.

CYBIS, W.; BETIOL, A. H.; FAUST, R.. **Ergonomia e Usabilidade: Conhecimentos, Métodos e Aplicações.** São Paulo: Novatec, 2007. 344p.

CYBIS, W. A. **Engenharia de Usabilidade:** uma abordagem ergonômica. Florianópolis: LabUtil-Laboratório de Utilizabilidade de Informática, 2003.

CYBIS, W. A. *et al.* **Ergonomia em Software Educacional:** A possível integração entre usabilidade e aprendizagem. Florianópolis: LabUtil-Laboratório de Utilizabilidade de Informática. 1999. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/~ihc99/lhc99/AtasIHC99/art24.pdf>>. Acesso em: Jun. 2009.

DIAS, C. – **Usabilidade Na Web.** Criando Portais Mais Acessíveis, Editora Alta Books, 2ª Edição, Rio De Janeiro, 2007.

DIXON, J. **Evaluation tools for flexible delivery** (workshop version). Melbourne: TAFE frontiers, 2001.

EASON, K. D. Towards. **The experimental study of usability.** Behaviour and Information Technology, 3, 1984, 133-143.

FERREIRA, J. Skinner - **O Comportamento Operante.** Disponível em: <<http://penta.ufrgs.br/~jairo/1skinner.htm>>. Acesso em: jul. 2009.

FILHO, S. B. ; MACHADO, E.. **Aspectos Metodológicos da Avaliação Pedagógica de Ambientes Virtuais de Aprendizagem.** Disponível em:<<http://www.abed.org.br/congresso2002/trabalhos/texto28.htm>> Acesso em jul. 2009.

FRANZ, D. F. . **Exploração do Ambiente de Computação móvel MHOLO no desenvolvimento de aplicações.** Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Programa Interdisciplinar de Pós-Graduação em Computação Aplicada, 2006.

FREIRE, L. ; SOARES, M. ; PADOVANI, S. - **Crianças avaliando a usabilidade de Softwares educativos: Aplicação do método proposto por Hanna et al (1997).**

GAMEZ, L. TICESE - Técnica de Inspeção de Conformidade Ergonômica de Software Educacional. 1998. 45 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Humana) - Universidade do Minho, Portugal, 1998.

GLADCHEFF A. P., ZUFFI E. M., SILVA D. M. (2001) **Um Instrumento para Avaliação da Qualidade de Softwares Educacionais de Matemática para o Ensino Fundamental**, Anais do XXI Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, WIE'2001, Fortaleza: CE. *Anais da XXI SBC* [CD-ROM]

GOMES, A. S. *et al.* **Avaliação de Software Educativo para o Ensino de Matemática**. In: VIII Workshop Sobre Informática na Escola. Florianópolis: [s.n.], 2002.

GOMES, A. S. (1999) **Développement conceptuel consécutif a l'activité instrumentée - L'utilisation d'un système informatique de géométrie dynamique au collège**, Thèse de doctorat, Université Paris V, Paris, Disponível em: <[www.cin.ufpe.br/~tg](http://www.cin.ufpe.br/~tg)>. Acesso em: ago. 2009.

GOOGLE. **What is Android**. Disponível em: <<http://code.google.com/android/what-is-android.html>> Acesso em: dez. 2008.

HAYDT, R.C. **Avaliação do Processo Ensino-Aprendizagem**. 6ª ed. São Paulo: Ática, 2000.

HEEMANN, V. **Avaliação Ergonômica de Interfaces de Bases de Dados por Meio de CHECKLIST Especializado**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Santa Catarina - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis, 1997.

HOFFMAN, J. **Avaliação Mediadora – Uma prática em construção da pré-escola à universidade**. 24ªed. Porto Alegre: Editora Mediação, 2005.

**ISAM – INFRA-ESTRUTURA DE SUPORTE ÀS APLICAÇÕES MÓVEIS**. Disponível em: <<http://www.inf.ufrgs.br/~isam>>. Acesso em: nov. 2008.

**INFORMATIVO TIDIA – AE**. Disponível em: <<http://tidiaae.incubadora.fapesp.br/portal>> Acesso em: ago. 2009.

KOSCHEMBAHR, C. V. . **Mobile Learning: the next evolution**. Chief Learning Officer, 2005.

LAGUARDIA, J.; PORTELA, M. C.; VASCONCELLOS M. M. **Avaliação em ambientes virtuais de aprendizagem.** Educação e Pesquisa. São Paulo, 2007.

LANSDALE, M. W.; ORMEROD, T. C. **Understanding interfaces: a handbook of humancomputer dialogue.** London: Academic Press, 1995.

LUCHINI, K.; QUINTANA C.; SOLOWAY E. **Design Guidelines For Learner-Centered Handheld Tools.** In: PROCEEDINGS OF THE 2004 CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 2004.

LUCKESI, C. C. **Avaliação da aprendizagem escolar.** 7ª ed. São Paulo: Editora Cortez, 1998.

LYRA A. R. de L.; LEITÃO D. A.; AMORIM Guilherme B. C. de; GOMES Alex S. **Ambiente Virtual para Análise de Software Educativo,** Campinas (SP), 2003.

MAYHEW, D., **Principles and guidelines in software user interface design.** New Jersey: Prentice Hall, 1992.

MENDES, A. P. R. **Análise de Ferramentas de apoio para as atividades de inspeção de software.** 2006. 62 f. Dissertação (MBA em Tecnologia da Informação) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

MENDES, S. **Tendências em e-Learning: MÓbile Learning.** In: SINFIC. Disponível em: <<http://www.sinfic.pt/Sinfic.pt/SinficNewsletter/sinfic/Newsletter81/Dossier2.html>>.2007, Acesso em: dez. 2008.

MEIRELLES, L. F. T.; TAROUCO, L. M. R. **Framework para Aprendizagem com Mobilidade.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), 2005. Disponível em: <<http://ead.ucpel.tche.br/portal/publicacoes/pdf/artigo-sbie2005-final.pdf>>. Acesso em: nov. 2008.

MIRANDA, A. S.. **Recomendações de acessibilidade digital em cursos de educação básica a distância via web para portadores de deficiência visual.** Florianópolis, 2002. 160 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, Florianópolis, 2002. Disponível em: <<http://www.tede.ufsc.br/teses/PGCC0501.pdf>>. Acesso em: jun. 2009.

MLE – MOODLE: **Mobile Learning Engine**. Disponível em: <<http://mle.sourceforge.net/mlemoodle/index.php?lang=en>>. Acesso em: maio 2009.

**MOODLE**. Disponível em: <<http://moodle.org/>>. Acesso em: ago. 2009.

OGATA, H.; YANO, Y. Knowledge awareness for a computer-assisted language learning using handhelds. **International Journal of Continuous Engineering Education and Lifelong Learning**, v. 14, n. 4-5. Jan. 2004.

MOURA, G.. **O que é Arquitetura de informação**. Disponível em: <<http://www.gmoura.com/blog/2005/01/o-que-arquitetura-de-informao.html>>. Acesso em: jul. 2009.

NIELSEN, J.. **Check list selon les 10 principes de Jacob Nielsen**. In: Usability Engineering. New Jersey: A P Professional, 1993. Disponível em: <<http://tecfa.unige.ch/tecfa/teaching/LMRI41/PrincipesNielsen.html>>. Acesso em: jul. 2009.

NIELSEN, Jakob; LORANGER, H. . **Usabilidade na Web - Projetando Websites com Qualidade**. Rio de Janeiro: Campus. 2007. 432p.

NIELSEN, J.. **Enhancing the Explanatory Power of Usability Heuristics**. Proceeding of ACM CHI' 94 Conference on Human Factors in computing Systems. Pp.152-158, v.1, 1994.

NIELSEN, J. **Usability engineering**. San Diego: Morgan Kaufmann, 1995.

NIQUINI, D. P. . **Informática na educação - implicações didático - pedagógicas e construção de conhecimento**. [s.l.] : Editora UNIVERSA, [s.d.].

OBESO, M. (2005). **Metodología de Medición y Evaluación de la Usabilidad en Sitios Web Educativos**, Departamento de Informática. Disponível em: <<http://www.di.uniovi.es/~cueva/investigacion/tesis/Elena.pdf>>. Acesso em: jul. 2009.

OLIVER, (2000) **An introduction to the Evaluation of Learning Technology Educational Technology & Society**. Disponível em: <[http://www.ifets.info/journals/3\\_4/intro.html](http://www.ifets.info/journals/3_4/intro.html)>. Acesso em: ago. 2009.

OLIVEIRA, C. C., COSTA, J. W. e MOREIRA, M. **Ambientes Informatizados de Aprendizagem: Avaliação e Produção de Software Educativo**. São Paulo: Papirus, 2001.

OLIVEIRA, L. R. ; MEDINA, R. D. . **Desenvolvimento de objetos de aprendizagem para dispositivos móveis: uma nova abordagem que contribui para a educação.** Santa Maria: UFSM. Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, 2007. Disponível em: <<http://www.cinted.ufrgs.br/ciclo9/artigos/4aLeandro.pdf>>. Acesso em: out. 2008.

PITOURA, E. and SAMARAS, G. **Data Management for Mobile Computing**, Kluwer Academic Publishers, 1998.

**PORTAL DO PROJETO TIDIA – AE.** Disponível em: <<http://tidia.ae.usp.br/portal>>. Acesso em: ago. 2009.

PERRENOUD, P. **Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens.** Porto Alegre, Artes Médicas Sul, 1999.

PRATES, R. O.; BARBOSA, S. D. J. 2004. **Avaliação de Interfaces de Usuário – Conceitos e Métodos.**

PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H. **Interaction design.** NY: John Wiley & Sons, 2002.

PRIMO, L.. (2008). **Auto-Avaliação na Educação a Distância - uma alternativa viável.** Disponível em: <<http://www.prodepa.gov.br/sbc2008/anais/pdf/arq0132.pdf>>. Acesso em: jul. 2009.

**PROTÉGÉ.** Disponível em: <<http://protege.stanford.edu/>>. Acesso em: jul. 2009

QUEIROZ, M. A. . **Acessibilidade web: tudo tem sua primeira vez.** Bengala digital. 2006. Disponível em: <<http://www.bengalalegal.com/capitulomaq.php>>. Acesso em: ago. 2009.

RAMOS, E. M. F. - **Avaliação de Usabilidade de IHC**, Santa Catarina, 2004.

RAVDEN, S.; JOHNSON, G. **Evaluating usability of human-computer interfaces.** Chichester: Ellis Horwood, 1989.

RIBEIRO, P. S. **Qual o melhor dispositivo móvel para adaptação de um ambiente virtual de aprendizagem?** Santa Maria: UFSM. Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, 2008.

ROCHA, H. V. . **1998. Projeto TelEduc: Pesquisa e Desenvolvimento de Tecnologia para Educação a Distância.** Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) - Campinas - SP – Brasil.

ROCHA, H. V.. **E-Educador: Tecnologias para a Educação**. Disponível em: <<http://e-educador.com/index.php/mundo-high-tech-mainmenu-99/3695-teleduc>>. Acesso em ago. 2009.

ROGERS, Y.; *et al.* **Ubi-learning Integrates Indoor and Outdoor Experiences**. ACM Communications, v. 48, n. 1, Jan. 2005.

ROSENFELD, L.. **Information Architecture Heuristics**. Disponível em: <[http://louisrosenfeld.com/home/bloug\\_archive/000286.html](http://louisrosenfeld.com/home/bloug_archive/000286.html)>. Acesso em: jul. 2009.

SALES, M. B. - **Desenvolvimento de um Checklist para a Avaliação de Acessibilidade da Web para Usuários Idosos**. Florianópolis, 2002.

SCHMIDT, A. Potential and Challenges os Context-Awareness for Learning Solutions. Lernen, Wissensentdeckung und Adaptivität, LWA, 2005. **Proceedings...** Saarbrücken, Áustria, Oct. 2005. p 63-68.

SHACKEL, B.. **Usability – context, framework, definition, design and evaluation**.

SHACKEL, B. & RICHARDSON, S., eds. **Human factors for informatics usability**. Cambridge, Cambridge University Press, 1991. p. 21-38.

SHNEIDERMAN, B.. **Designing the user interface: Strategies for effective Human-Computer Interaction**. 3ª edition. Berkeley, California: Addison Wesley Longman, Inc., 1998.

SILVA, F. A. B.; BARBOSA, D. N. F.; GEYER, C. F. R. ; BARBOSA, J. L. V. **Consciência do contexto do aprendiz em um ambiente de educação pervasiva**. RENOTE – Revista Novas Tecnologias na Educação - CINTED-UFRGS, 2006. Disponível em: <[http://www.cinted.ufrgs.br/renote/jul2006/artigosrenote/a41\\_21219.pdf](http://www.cinted.ufrgs.br/renote/jul2006/artigosrenote/a41_21219.pdf)>. Acesso em: nov. 2008.

SILVA, C. R. **Bases Pedagógicas e Ergonômicas para Concepção e Avaliação de Produtos Educacionais Informatizados**. 1998. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1998.

SILVA, C. R.; VARGAS, C. L. S. **Avaliação da Qualidade de Software Educacional**. In: *XIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção e V International Congress of Industrial Engineering*. Rio de Janeiro: Anais. CD-ROM, 1999.

SILVA, M. G. M. ; CONSOLO, A. T.. **Uso de dispositivos móveis na educação – o SMS como auxiliar na mediação pedagógica de curso a distância**. Disponível em: <[http://www.5e.com.br/info/design/146/Dispositivos\\_moveis.pdf](http://www.5e.com.br/info/design/146/Dispositivos_moveis.pdf)>. Acesso em: nov. 2008.

SMITH, C. e T. MAYES. **Telematics Applications for Education and Training: Usability Guide**. Commission of the European Communities, DGXIII Project, 1996.

SQUIRES, D. ; PREECE, J. . **Usability and learning: evaluating the potential of educational software**. Great Britain: Computer Edu. v. 27, n. 1, p. 15-22, 1996.

SYVÄNEN, A.; AHONEN, M.; JÄPPINEN, A.; PEHKONEN, M.; VAINIO, T. **Accessibility And Mobile Learning**. In: *IFIP ETRAIN CONFERENCE IN PORI, Finland, 2003*.

**TELEDUC**. Disponível em: <[http://fenix.nied.unicamp.br/~teleduc4/pagina\\_inicial/teleduc.php](http://fenix.nied.unicamp.br/~teleduc4/pagina_inicial/teleduc.php)>. Acesso em: ago. 2009.

**TELEDUC**. Disponível em: <[http://www.agro.unitau.br/~teleduc/pagina\\_inicial/info.php?PHPSESSID=7e7f846a9f3a99be2a2c110d6f50009](http://www.agro.unitau.br/~teleduc/pagina_inicial/info.php?PHPSESSID=7e7f846a9f3a99be2a2c110d6f50009)>. Acesso em: ago. 2009.

**TELEDUC**. Disponível em: <<http://www.teleduc.org.br>>. Acesso em: ago. 2009.

TONET, L. H. . **Avaliação comparativa de usabilidade das ferramentas de acessibilidade computacional para deficientes visuais e aplicação das recomendações do W3C no site da ULBRA GUAÍBA**. 2006. 216 f. Dissertação (Bacharelado em Sistemas de Informação) - Universidade Luterana do Brasil - ULBRA, Guaíba, 2006.

VALCKE, M. M., LEEUW, F. L. **Evaluating digital distance learning programs and activities**. Washington: World Bank Institute, 2000.

VIEIRA, F. M. S. - **Avaliação de Software Educativo: Reflexões Para Uma Análise Criteriosa** (1999). – Disponível em: <<http://br.geocities.com/ntemontesclaros/avasoft.htm>>. Acesso em: ago. 2009.

**Vídeo**. Disponível em: <<http://tidia-ae.usp.br/video>> Acesso em: ago. 2009.

**Vídeo**. Disponível em: <<http://tidia-ae.usp.br/videodemo>>. Acesso em: ago. 2009.

**VIVO – Operadora de telefonia celular. Vivo Zap.** A Internet Móvel em Banda Larga, 2008. Extraído do site <<http://www.vivo.com.br/vivozap>>. Acesso em: nov. 2008.

WAAL, P. ; MARCUSSO, N. ; TELLES, M. . **Tecnologia e Aprendizagem** – tópicos de integração – bases para a integração da tecnologia com a pedagogia. Coleção Tecnologia e Educação. Vol. I. PRAXIS- Comunidade de Prática de Tecnologia em Educação. Disponível em: <<http://mundo-academico.unb.br/conteudos/?cod=1400>>. Acesso em: jul. 2009.

WISNER, A.. (1995). **As transformações do trabalho e os desafios teórico-metodológicos da ergonomia: Desafios teórico-metodológicos da ergonomia.** Disponível em: <<http://www.unb.br/ip/labergo/sitenovo/Julia/Artigos/paraosite/DTM E.PDF>>. Acesso em: jul. 2009.

YANG, S. . J. H. **Context Aware Ubiquitous Learning Environments for Peer-to-Peer Collaborative Learning. Educational Technology & Society.** v.9, n. 1, 2006. Disponível em: <[http://www.ifets.info/journals/9\\_1/16.pdf](http://www.ifets.info/journals/9_1/16.pdf)>. Acesso em: nov. 2008.

YANG, S. J.H. **Context-Aware Ubiquitous Learning Environment for Peer-to-Peer Collaborative Learning (CULE)** - IFETS - International Forum of Educational Technology & Society (2006). Disponível em: <[http://www.ifets.info/journals/9\\_1/16.pdf](http://www.ifets.info/journals/9_1/16.pdf)>. Acesso em: nov. 2008.