

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO
PÓS-GRADUAÇÃO ADMINISTRAÇÃO EM REDES LINUX

ALEXANDRE ROSSI PASCHOAL

PROPOSTA DE UM MODELO DE SISTEMA TUTOR
INTELIGENTE, BASEADO EM SOFTWARE LIVRE, PARA
EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

Monografia apresentada ao Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação Lato Sensu “Administração de Redes Linux”, para a obtenção do título de especialista.

Orientador:

Prof. Joaquim Quinteiro Uchôa

LAVRAS/MG - BRASIL
2005

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO
PÓS-GRADUAÇÃO ADMINISTRAÇÃO EM REDES LINUX

ALEXANDRE ROSSI PASCHOAL

PROPOSTA DE UM MODELO DE SISTEMA TUTOR
INTELIGENTE, BASEADO EM SOFTWARE LIVRE, PARA
EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

Monografia apresentada ao Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação Lato Sensu “Administração de Redes Linux”, para a obtenção do título de especialista.

Aprovado em 16 de abril de 2005

Prof. Kátia Cilene Amaral Uchôa

Prof. Heitor Augustus Xavier Costa

Prof. Joaquim Quinteiro Uchôa (Orientador)

LAVRAS/MG - BRASIL
2005

AGRADECIMENTOS

Agradeço a toda a minha família, que apoiaram-me nos momentos em que mais precisei. Agradeço também aos meus amigos, em especial Magna De Carvalho Fonseca, a minha cunhada Nádia Reis Ângelo Paschoal, e minha amada Mãe Mary Rossi Paschoal pela ajuda na revisão e opinião desta obra. Agradeço ao meu professor, orientador e amigo Prof. Joaquim Uchôa, pela experiência, ajuda e contribuição dada.

LAVRAS/MG-BRASIL
2005

DEDICATÓRIA

Dedico essa obra a minha família: meu pai Antonio Paschoal Peligrineli, minha mãe Mary Rossi Paschoal, meus irmãos João Paulo Rossi Paschoal, Vinicius Rossi Paschoal, meu irmãos gêmeo Felipe Rossi Paschoal, minha avó Odila e meu avô Achilles. Também dedico ao meu adorável cachorro Meio Quilo. Por fim, dedico a eu mesmo, pois eu acreditei que era possível realizar essa obra.

LAVRAS/MG-BRASIL
2005

RESUMO

A intenção desta obra é criar uma proposta de um modelo de um sistema tutor inteligente, baseado na filosofia do *software livre*, para Educação a Distância.

Para que isso seja possível, são analisadas diversas áreas de conhecimento e idéias que permitirão entender como o sistema funcionará, sua composição, ações e seu comportamento.

Existem diversas áreas de conhecimento existentes, porém para esta proposta foram escolhidos três - Teorias da Aprendizagem, Educação a Distância e Inteligência Artificial – que, *a posteriori*, irá ratificar a escolha de cada uma delas.

Outro fator importante é a escolha de um sistema baseado na filosofia do *software livre*, visto que interfere na forma como o sistema será desenvolvido e mantido depois de finalizado.

Após um estudo do que é um sistema tutor inteligente e conhecer características de alguns, busca-se definir as premissas e qualidades para formalização do modelo. No último capítulo, formaliza-se a estruturação das diretrizes de implementação da proposta do modelo.

É importante ressaltar que esta proposta contempla até diretrizes da implementação do sistema, contudo sem chegar a implementá-la.

Palavras-chaves: Sistemas tutores inteligentes, inteligência artificial, educação a distância, *software livre* e Linux.

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. CONCEITOS EDUCACIONAIS.....	5
2.1 Teorias de Aprendizagem.....	5
2.1.1. Definição.....	5
2.1.2. Visão do construtivismo.....	6
2.3 Conceitos de Educação a Distância.....	9
2.3.1. Comentários Iniciais.....	9
2.3.2. Definição.....	11
2.3.3. Recursos.....	13
3. SISTEMAS BASEADOS EM CONHECIMENTOS.....	17
3.1 Comentários Iniciais.....	17
3.2 Definição.....	17
3.3 Sistema Baseado em Conhecimento e Sistema Inteligente.....	19
3.4 Representando o Conhecimento.....	20
3.5 O uso do erro para gerar conhecimento.....	22
3.6 Sistema Tutor Inteligente.....	23
4. A FORMALIZAÇÃO DO MODELO.....	25
4.1 Comentários Iniciais.....	25
4.2 Formalização das características e funcionamento.....	25
4.3 Detalhamento dos principais módulos.....	29
4.4 A inteligência do sistema.....	31
4.5 Metodologia para Implementação.....	34
5. CONCLUSÃO.....	37
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	39

Lista de Figuras

Figura 2.1: Exemplo da estrutura de um LMS.....	12
Figura 2.2: Ilustração de um Ambiente Virtual de Aprendizado.....	13
Figura 2.3: Ramificações da Educação a Distância.....	16
Figura 3.1: Arquitetura básica de um SBC.....	19
Figura 3.2: Processamento, manipulação do conhecimento fornecida.....	21
Figura 3.3: Arquitetura clássica de um STI.....	24
Figura 4.1: Módulos do sistema.....	27

Lista de Tabelas

Tabela 2.1: Características do sistema	8
Tabela 2.2: Recursos da Educação a Distância.....	14

1. INTRODUÇÃO

“Não há nada mais difícil de controlar, mais perigoso de conduzir ou mais incerto em seu sucesso do que liderar a introdução de uma nova ordem das coisas”

- Nicolau Maquiavel

O Príncipe, Cap. 6 - 31ª Edição, 2003

Esta monografia tem como finalidade apresentar proposta de um modelo, a ser implementado, de um sistema tutor inteligente (STI) para uso em cursos na metodologia de Educação a Distância. Estão contemplados, nesta proposta, desde conceitos básicos, que irão formatar a estruturação do modelo, até diretrizes de como se deve implementá-lo.

Como será demonstrado, cada vez mais tem-se a demanda por sistemas que auxiliam no processo de ensino/aprendizagem, com capacidade de decidir o caminho que melhor se adequa ao perfil de cada aprendiz. Essa questão muda a visão de sistemas tutores inteligentes, que na década de 60 à 80 eram apenas sistemas retransmissores de conteúdo e não agregavam algum valor no processo de ensino/aprendizado. Baseado nessa premissa, e com o auxílio da Educação a Distância, que surge como ferramenta de auxílio na possibilidade de propagação do ensino em massa a quem não teria essa possibilidade, busca-se a elaboração de uma proposta de um modelo que enfoque essas demandas. Contudo, conforme bem explanado na frase de Nicolau Maquiavel, a introdução de uma nova ordem de idéias não é tão simples quanto aparenta ser. Contudo, elaborar uma proposta de um modelo, é da mesma forma complexa e deve-se ter a devida atenção em como formatá-la.

Assim, com todas essas informações o objetivo inicial é analisar conceitos básicos que irão influenciar na estruturação da proposta de um Sistema Tutor Inteligente (STI), baseado em *software livre* (SL), para Educação a Distância (EaD). Esses conceitos são fundamentais para um entendimento do que utilizará na construção do modelo a ser proposto e qual a sua base ideológica de funcionamento.

O tema apresentado, por natureza, é multidisciplinar. No entanto, faz-se necessário identificar quais dessas áreas existentes serão utilizadas na construção do modelo, para sua maior eficiência.

Inicialmente, pode-se identificar 2 áreas de conhecimento a serem utilizadas na proposta. Essas áreas são extraídas do título desta obra, sendo: Educação a Distância (EaD) e Inteligência Artificial (IA), essa última apresentada no capítulo 3. A escolha da modalidade de Educação a Distância é de suma importância, pois será esse o ambiente em que o sistema atuará, tendo a necessidade de entender como funciona essa forma de ensino. Isso determina a

necessidade de um estudo mais profundo na área de Educação a Distância (EaD). Os fatores que determinaram o porque de sistema ser para a modalidade de EaD são:

- O uso das novas tecnologias de informação e comunicação (NTIC), como a rede mundial de computadores que junto com a EaD permite a disponibilização do conhecimento em massa;
- Potencial de utilização de diversos recursos como multimídia, usufruindo de tecnologias como videoconferência;
- Como será analisado mais adiante, a EaD possibilita um estudo autônomo e sem um sincronismo de horário entre professor e aluno, permitindo a “independência” de ritmo de estudo determinado pelo aprendiz.

A utilização da IA vem do encontro com a questão de como atribuir características “inteligentes” ao sistema, para que esse possa ter autonomia na tomada de decisão e não somente ser um simples retransmissor de conteúdo. Sendo assim, faz-se necessário utilizar técnicas de Inteligência Artificial, como sistemas inteligentes, que auxiliem nessa tarefa, conforme explanado por [Campos & Saito 2004]:

A Inteligência Artificial (IA) nasceu tentando “aprender” como os seres humanos pensam e resolvem problemas, explicitando metodologias e introduzindo-as na programação de computadores. A idéia era construir sistemas que fossem “inteligentes” e “capazes de pensar”.

Essa capacidade de pensar foge da proposta de sistemas clássicos. Segundo [Campos & Saito 2004] esses sistemas clássicos tratam os dados de um problema de forma seqüencial para a obtenção do resultado. Sistemas especialistas utilizam um motor de inferências, dados disponíveis e mais uma base de conhecimento armazenada para gerar novos dados até obtenção do resultado.

Dentro dessa visão de elaborar um sistema que atuará em um ambiente educacional e que utiliza IA, encontra-se, em Sistemas Tutores Inteligentes (STI), uma área que contempla todos esses requisitos.

Essa questão de sistemas computacionais inteligentes para fins educacionais pode ser complementada segundo [Konzen & Frozza 1999]:

Um dos aspectos importantes para um Sistema Tutor Inteligente é a

seleção do conjunto de estratégias de ensino que irão constituí-lo, pois estas garantem a qualidade pedagógica do ambiente de aprendizagem.

Fica claro que a proposta do sistema é atuar como uma tecnologia de apoio ao ensino-aprendizagem em ambiente computacional. Isso torna necessário abordar uma terceira área: Teorias da Aprendizagem (TA).

A Teoria da Aprendizagem direciona para formatação de como tratar a questão do ensino-aprendizado em ambiente computacional. Nela contem diversa corrente de pensamentos, em que irão identificar algumas que sejam a base ideológica que sustentará o modelo. Essa corrente adotada direcionará, a forma como irá ocorrer a integração/interação entre Professor, Sistema e o Aprendiz. Além disso, pode ajudar a definir como será o comportamento do sistema.

Assim, pode-se formalizar em três pilares de sustentação a base ideológica do sistema, sendo essas áreas de conhecimento que irão delinear a estrutura do modelo. Para isso, algumas questões do sistema precisarão ser levadas em consideração:

- Quando [Konzen & Frozza 1999] e [Crispim et al. 2000] mencionam sobre estratégias de ensino, é importante observar questões como: nível de conhecimento do aluno, perfil, motivação e suas características. Além disso, segundo esses autores, está mais apto a aprender quem está motivado e possui acesso ao conhecimento – Busca-se na TA esse direcionamento;
- Por outro lado, o sistema deve ter autonomia para resolver problemas que estejam dentro do seu escopo – Busca-se na IA esse direcionamento;
- A Educação a Distância é uma modalidade de ensino que dispõe de diversos recursos para uso como ferramenta para aprendizagem, necessita-se delinear quais as ferramentas serão necessárias.

Outra questão importante levantada neste ponto, é a filosofia de desenvolvimento e distribuição que o *software* irá seguir. Isso irá influenciar elementos como: permissão e licenciamento de uso do *software*; forma de desenvolvimento em equipe; forma de manutenção (velocidade de correção de erros) do sistema, etc.

O modelo que se está sendo proposto adotará a filosofia do

software livre (SL), como base de desenvolvimento do mesmo.

Uma visão para entender a idéia da base do SL é abordada na citação abaixo[Cassiano & Silveira 2003]:

O movimento de Software Livre é a maior expressão da imaginação dissidente de uma sociedade que busca mais do que a sua mercantilização. Trata-se de um movimento baseado no princípio do compartilhamento do conhecimento e na solidariedade praticada pela inteligência coletiva conectada na rede mundial de computadores.

Uma explanação dos motivos da escolha da filosofia de *software livre* será explorada no final desta obra. Dessa maneira, este capítulo tem como objetivo aprofundar nos conceitos educacional (Teorias da Aprendizagem e Educação a Distância), uma vez que elas suportam a presente obra. Assim, para melhor entendimento, esta obra está dividida como segue:

- O capítulo 2 aborda os conceitos básicos referentes ao que irá ser utilizado como base educacional. Este capítulo é fundamental para entender os conceitos pedagógicos e educacionais que irão definir a base ideológica do sistema;
- O capítulo 3 busca o estudo e entendimento de Sistemas Baseado em Conhecimento. Nesse contexto tem-se também o estudo do que é um sistema tutor inteligente (STI), pois será o modelo desta obra.
- O capítulo 4 é a formalização da estrutura da proposta do modelo, ou seja, como de fato o sistema funcionará, além das definições e diretrizes de implementação;
- Por fim, é apresentada conclusão da proposta apresentada.

2. CONCEITOS EDUCACIONAIS

*“O livro é a melhor arma contra a ignorância”
Jacques Marc*

2.1 Teorias de Aprendizagem

2.1.1. Definição

O objetivo desta introdução é analisar e buscar algum método pedagógico presente nas teorias da Aprendizagem (TA), que possa nos auxiliar.

As TAs, que contêm diversas ramificações de linhas de pensamento, proporcionam subsídios de como um ambiente computacional irá comportar-se no processo de ensino/aprendizado.

Desde o tempo de Sócrates e Aristóteles, passando por Descartes até Jean Piaget percebe-se a preocupação sobre como ocorre o ensino-aprendizagem. Nesse trabalho a idéia é encontrar uma corrente de aprendizagem que possa se adequar melhor a esta proposta. Busca-se uma corrente de pensamento que atuará como uma tecnologia de apoio em um ambiente computacional para modalidade de *Educação a Distância*. É importante analisar essa premissa, pois irá definir qual corrente se adapta melhor a proposta do modelo do sistema.

Segundo [Bock et al. 1991], as diversas correntes de pensamento das teorias da aprendizagem dividem-se em 2 categorias: *teorias do condicionamento* e as *cognitivas*. A primeira contempla um aspecto do aprendizado como conseqüências comportamentais e enfatizam as condições ambientais como estímulo do aprendizado. Ou seja, existe um comportamento de estímulo e resposta. A a segunda categoria contempla teorias em que o processo de aprendizado tem relação entre o sujeito com o mundo externo e provocam conseqüências na organização interna do conhecimento. Ou seja, através das experiências vivenciadas com o mundo exterior, o aprendiz acumula experiências sob forma de um conteúdo cognitivo. Assim, o indivíduo pode armazenar um número crescente de novas experiências, conforme a interação ocorrida em seu meio-ambiente.

Nesta obra, busca-se uma teoria que desenvolva mais as questões inerentes à reflexão do aprendiz e não somente a estímulos e resposta. Dentre dessa reflexão de utilizar teorias cognitivas, a corrente de pensamento que melhor encaixa-se nessa premissa é o construtivismo. Deve-se então neste momento, compreender melhor essa corrente, suas características, o porque da

escolha do construtivismo e sua inserção no contexto do sistema.

2.1.2. Visão do construtivismo

A visão do construtivismo vem com a idéia de que aprender é desenvolver-se e construir o saber em experiências vividas, ou seja, tem que existir uma coesão entre os envolvidos no ensino/aprendizado. Essa colocação fica clara de entender quando se analisa a definição do construtivismo, em que se destaca:

- Conforme [Amaral et al. 2001]:

Em linhas gerais, o método de ensino que inspira-se no construtivismo tem como base que aprender (bem como ensinar) significa construir novo conhecimento, descobrir nova forma para significar algo, baseado em experiências e conhecimentos existentes;

- Conforme [Becker 2001]:

Construtivismo significa isto: a idéia de que nada, a rigor, está pronto, acabado, e de que, especificamente, o conhecimento não é dado, em nenhuma instância, como algo terminado – é sempre um leque de possibilidades que podem ou não ser realizadas. É constituído pela interação do humano, com o mundo das relações sociais;

Nas definições apresentadas, fica nítida a idéia de que para o construtivismo o ensino/aprendizado não é algo pronto, pré-formatado e acabado, e sim um conhecimento a ser desenvolvido. Ou seja, um saber que é construído, por isso a denominação construtivismos, em que [Campos et al. 2003] aborda essa colocação:

Para o construtivismo, o conhecimento é (re)construído pelo indivíduo nas interações com o ambiente externo. O aluno é o sujeito ativo no processo de aprendizagem, por meio da experimentação, da pesquisa em grupo, do estímulo à dúvida e ao desenvolvimento do raciocínio...

Outras questões são importantes observar nessa corrente de pensamento, para utilização no contexto da proposta. Uma delas é o papel do professor que, segundo [Campos et al. 2003], assume um papel de provocador e estimulador. Além disso, o professor tem a capacidade de propor novos caminhos e estratégias para a busca por respostas. Ainda nessa linha de estudo,

[Uchôa 2003] aponta a relação das novas tecnologias com a mudança do papel da escola, professor e aluno, em:

Aproveitando melhor as novas tecnologias nas escolas, o papel do aluno será mais relevante, sendo possível uma aprendizagem mais pessoal, mais rica, mais rápida e com menos custos. Ainda cabe mencionar que o professor terá sempre um papel importante na ajuda ao aluno, por exemplo, auxiliando-o a selecionar a informação relevante para um dado propósito.

Esse fator muda a forma como o professor é visto, pois ele não mais fica somente em uma sala de aula falando para um grupo de pessoas, e sim, passa a trabalhar com um sistema que será o meio de comunicação com esse grupo. A forma de comunicação muda, mas a idéia de troca de experiência não e, dessa forma, o professor também passa a ser um aprendiz.

Contudo, vale ressaltar que a proposta do modelo do sistema é voltada para modalidade de Educação a Distância, o que muda a forma de comunicação entre seus usuários. Um estudo sobre a modalidade de Educação a Distância é traçado na seção 2.3 Conceitos de Educação a Distância.

Outra colocação que se destaca é o papel do aprendiz, que sofre uma mudança na construção do saber, influenciada pela interação com fatores externos e suas vivências. Essa construção não vem do nada, e sim de situações que o aprendiz irá experimentar. A questão da mudança do papel do aluno é importante, pois o sistema vai ter que se adaptar as diversas personalidades do aprendiz que utilizará o sistema, conforme abordado por [Abreu et al. 1999]:

Algumas experiências na tentativa de construir software de ensino foram realizadas ao longo dos anos, mas fracassaram devido ao fato de serem simples retransmissores de conhecimento, não tendo qualquer preocupação com os diferentes perfis de seus usuários.

Isso mostra a importância da elaboração de uma nova proposta para evitar cometer o mesmo equívoco. Fica nítida a necessidade do sistema possuir habilidades para conseguir interagir com os diversos tipos de aprendizes, ou seja, é o sistema que terá que se adaptar ao aprendiz e não a recíproca. Abreu, em [Abreu et al. 1999], aponta essa necessidade de tratar vários perfis:

A idéia é investigar formas que permitam dotar o software educacional com a capacidade de adaptação a cada estudante, ou seja, embutir conhecimento suficiente nos sistemas para que estes sejam capazes de reconhecer seus usuários e tomar decisões pedagógicas a cada nova situação enfrentada.

Assim, deve-se formalizar essas questões analisadas, de como a base do construtivismo como corrente de pensamento, pode contribuir para uma estruturação do modelo.

Isso é necessário, pois esses questionamentos podem ser atribuídos como características ao STI uma vez que ele deverá possuir uma “inteligência” para discernir e intervir no processo de ensino/aprendizado do aprendiz, quando necessário. A tabela 2.1 formaliza os principais questionamentos analisados nesta seção e como poderá ser uma característica atribuída ao sistema.

Tabela 2.1: Características do sistema

Questionamentos analisados	Papel do sistema	Como o sistema irá fazer isso?
O professor sofre uma mudança de comportamento, que além de estimular o estudante e ser um mediador, ele também aprende.	O sistema passa a assumir esse papel também, visto que atuará diretamente com o aprendiz e será a ponte de comunicação entre seus usuários.	Será necessária uma base de armazenamento, como um histórico de ações, para ajudar na tomada de decisão.
<i>Para aprender novas competências, a maioria dos estudantes precisa de um perito que lhes ensine o caminho.</i> - [Campos et al. 2003].	O sistema, por muitas vezes, será uma ferramenta de apoio ao professor e não seu substituto. Porém, pode tomar decisões que ajudem o professor no processo de ensino/aprendizado.	Isso pode ocorrer através de relatórios de resultado, monitoramento e avaliação do aprendiz.
O fracasso de vários sistemas educacionais é tratar o aprendiz de forma padronizada. Além disso, o aprendiz rende mais quanto está motivado e possui acesso ao conhecimento.	O sistema deverá tratar essas questões com base em informações do aprendiz. Com base nelas, pode-se traçar uma estratégia específica para cada perfil.	Buscar obter (do aprendiz) informações como: nível de conhecimento, perfil, progressos e suas características.

Questionamentos analisados	Papel do sistema	Como o sistema irá fazer isso?
O conhecimento é algo construído e não pré-fabricado ou acabado.	O sistema incorpora a idéia do construtivismo como base ideológica de sustentação.	O conteúdo, as atividades e as avaliações deverão promover essa idéia.
Ser um sistema voltado para a modalidade de Educação a Distância.	Atuar como um ambiente computacional que atuará com um propósito educacional, independente da modalidade de ensino.	Os recursos a serem utilizados nessa modalidade de ensino é que definirão a forma de atuação do sistema. Esse estudo será visto na seção 2.3.

2.3 Conceitos de Educação a Distância

2.3.1. Comentários Iniciais

Educar é uma arte antiga que vem aos longos dos anos passando por transformações. Essa arte tão nobre utiliza-se de teorias, métodos e pesquisas com o intuito de auxiliar o educador na tarefa de ensinar.

Com o surgimento de novas tecnologias de informação e comunicação (NTIC), a educação tradicional tem sofrido grandes transformações. Isso provoca o surgimento de mudanças na metodologia da modalidade de Educação a Distância, que busca diminuir os e atingir um maior número de pessoas. Essa outra modalidade diferente da presencial, denominada Educação a Distância (EaD), está crescendo graças às NTIC. O uso das NTIC aplicado para EaD permite uma comunicação indireta, intermediada por suportes tecnológicos. Contudo, essa aparente distância geográfica não quer dizer falta de aproximação afetiva, cognitiva ou mesmo social, conforme apontado por [Uchôa 2003]. Ao tempo que as pessoas estão distantes fisicamente, elas estão próximas, seja cognitiva ou afetiva, mas de uma forma diferente.

Outra questão importante é destacado por [Niskier 2000] que a EaD tornou-se modalidade importante de aprendizagem e ensino, no mundo inteiro. Antes cercada de mistérios, hoje é até mesmo reivindicada por sindicatos poderosos, no Brasil, onde o seu prestígio cresce de forma visível. Além disso, observa-se que no ensino presencial, os alunos ficam sentados em

uma sala recebendo diversas informações do professor, em que pode ocorrer ou não interação entre professor-aluno, ou mesmo aluno-aluno.

Na modalidade de EaD, tem-se um grande diferencial do ensino tradicional, que é a questão do espaço/tempo. Existe uma flexibilidade de horário de estudo, ou seja, o aprendiz não precisa ir todo dia em um horário fixo à escola para aprender. Ele pode estudar em qualquer horário do dia, em casa ou no trabalho. Contudo, deve-se estabelecer um período de tempo para ser realizado esse estudo. E isso não quer dizer que o estudo não possa ser supervisionado, através de avaliações (atividade), por exemplo, de diagnóstico ou mesmo de retorno (*feedback*).

Outra questão importante da presença das NTIC na EaD é o uso da rede mundial de computadores (internet) como meio de ensino, que possibilita a qualquer pessoa que esteja com um computador conectado a internet aprender a distância. Mais conhecida como Educação a Distância *Online*, é indicada por [Belloni 2001], como utilização de redes telemáticas (*e-mail*, listas e grupos de discussão, *webs*, *sites*, etc.)

A influência das tecnologias na EaD pode ser observado em [Fiorentini & Moraes 2003], que menciona que a evolução das tecnologias gera novas combinações e possibilidades de comunicação, como as técnicas de digitalização, difusão via canal a cabo, satélites e internet. Nesse contexto, a rede mundial de computadores torna-se um meio de comunicação significante. Nesse meio, surgem aplicativos ou ferramentas computacionais que podem utilizar linguagens próprias (padrões) para comunicação via internet. Contudo, a *Web* é uma via de tráfego de informações, que pode usufruir de outros recursos mais complexos como multimídia (som, imagem, voz, etc) e videoconferência.

Independente dos recursos tecnológicos utilizados, tem-se na EaD um novo ambiente de comunicação entre o mediador do conhecimento, conhecido mais como professor, e o aprendiz, conhecido como aluno. Ambos estão sofrendo transformações em seus papéis, onde o professor passa a ser denominado Tutor, pois não é mais o mestre do saber, e sim alguém que ensina e ao mesmo tempo aprende (*conforme visto na seção 2.2.2 Visão do construtivismo*). Além disso, o tutor passa a ter uma maior interação com os aprendizes e pode-se ter a ajuda de outros profissionais e outras funções como: monitores, pesquisadores, consultores pedagógicos, profissionais da área gráfica e programadores, segundo [Belloni 2001].

Assim, pretende-se explorar e conhecer características e vantagens desses recursos tecnológicos, para identificar qual tecnologia o modelo a ser proposto utilizará.

2.3.2. Definição

Ao comentar-se sobre o que é EaD, é identificado o fator distância como característica principal que existe entre quem está aprendendo e quem está ensinando. Essa definição ainda é simples, pois como será analisado, pode-se utilizar diversos meios para viabilizar a EaD. Contudo, a definição de EaD não é tão simples e muda-se muito, devido ao surgimento constante de novas tecnologias. Sendo assim, buscaram-se algumas outras definições que enriqueçam o entendimento do que é a Educação a Distância:

- Conforme [Rumble 2003]:

Teoricamente, a educação a distância é um método que separa fisicamente o estudante do professor. Ainda que os professores possam entrar em contato direto com seus alunos, por telefone, áudio e videoconferências, a separação física entre aluno e professor implica a utilização de certos meios para ensinar;

- Segundo [Belloni 2001] tem-se um outro tipo de separação, não somente física, mas principalmente de tempo/espço, uma vez que professor e aluno podem comunicar-se simultaneamente, em um mesmo horário, como também podem estar em tempo distintos.

- Conforme [Alves & Nova 2003]:

Literalmente, o conceito de EaD remeteria a qualquer modalidade de transmissão e/ou construção do conhecimento sem a presença simultânea dos agentes envolvidos. Nessa perspectiva, a difusão da escrita teria sido uma das principais (e até hoje mais eficazes) tecnologias aplicáveis à EaD. E não deixa de ser ainda hoje.

Além disso, tem-se então em consequência dessa mudança de espaço e tempo, a mudança do meio em que esse ensino irá se propagar, ou seja, é preciso utilizar tecnologias que façam essa moderação da comunicação.

Percebe-se nesse momento a gama de novos recursos que podem ser utilizados, porém, dependem da necessidade de cada curso, qual o público alvo a ser atingido, o que pretende que o aprendiz assimile e quais recursos estão acessíveis a ele. Tem-se ainda hoje diversas ferramentas computacionais existentes para a utilização da EaD Online direcionados para internet, conhecidas como ambientes virtuais de aprendizado. Uma dessas ferramentas é

o LMS.

LMS (*Learning Management System*) são Plataformas de Gerenciamento de Cursos *Online*. LMS consiste, segundo [Hall et al. 2001], em um *software* que faz o gerenciamento de ações de capacitação, sendo responsável desde registro de usuário, armazenamento de informações até fornecer relatórios da gestão do aprendizado. O LMS permite ao instrutor obter informações sobre o aproveitamento e produtividade do aluno, sendo possível usar em cursos a distância ou presenciais.

Na Figura 2.1, tem-se um exemplo da comunicação de um LMS e na Figura 2.2, visualiza-se a comunicação de um Ambiente Virtual de Aprendizado.

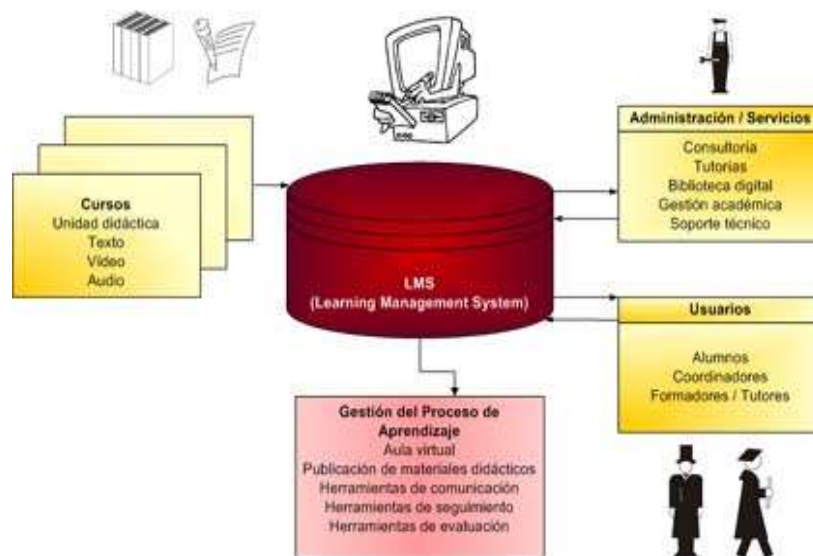


Figura 2.1: Exemplo da estrutura de um LMS¹

¹ Retirado de [Vera 2004]

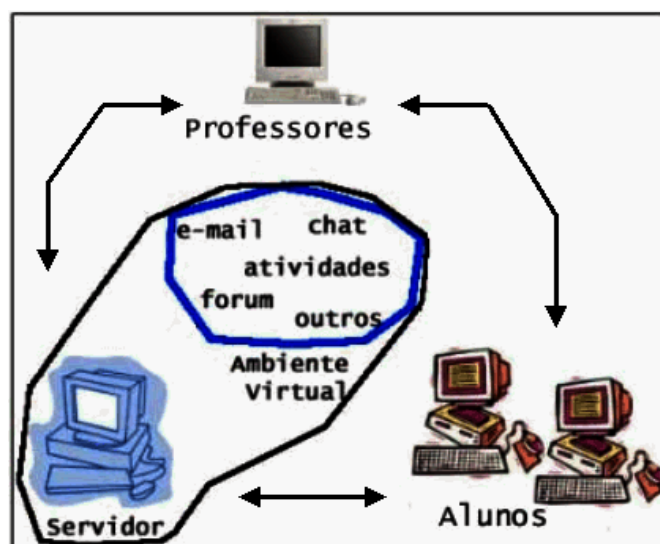


Figura 2.2: Ilustração de um Ambiente Virtual de Aprendizado

Independente do tipo de ferramenta computacional para EaD a ser utilizada, tem-se o aprendiz, o tutor e a ferramenta e esses personagens interagem entre si. Assim, compreende que o campo de atuação da proposta de um sistema tutor inteligente será aplicado para EaD.

2.3.3. Recursos

Segundo [Uchôa 2003], a forma educativa de comunicação entre vários indivíduos se dá por meio de algum recurso tecnológico intermediário, tal como: cartas, textos impressos, rádio, teledifusão ou ambientes computacionais.

Assim, o campo de aplicação da EaD é vasto e a sua atuação vem crescendo com o auxílio da evolução tecnológica. Pode-se observar a utilização da EaD desde os tempos da imprensa, passando pelo rádio, até o uso da internet como meio de comunicação.

É possível confirmar essa idéia em [Litwin 2001], que relata uma lista de tecnologias existentes para a EaD:

diferentes tecnologias incorporadas ao ensino contribuíram para definir os suporte fundamentais para educação a distância. Livros, cartilhas ou guias especialmente redigidos foram as propostas iniciais; a televisão e o rádio constituíram os suportes da década de 70; os áudios e vídeos, da

década de 80. Nos anos 90, a incorporação de redes de satélites, o correio eletrônico, a utilização da internet e os programas especialmente concebidos para suportes informáticos aparecem como os grandes desafios dessa modalidade.

A Tabela 2.2 mostra um resumo dos recursos tecnológicos existentes para utilização na modalidade de Educação a Distância. Esta Tabela foi construída tendo por base vários autores, destacando-se [Hall et al. 2001], [Fiorentini & Moraes 2003], [Souza 2003], [Carneiro 1999] e [Fonseca & Carvalho 2001]. A figura 2.3 também permite uma outra visualização das tecnologias que se pode utilizar na EaD.

Tabela 2.2: Recursos da Educação a Distância

RECURSO	DESCRIÇÃO
<i>Material Impresso</i>	Também conhecido por utilizar o correio como meio de transporte, tem como objetivo prover a comunicação entre a Instituição e o aluno. Exemplo: Livros, apostilas, tutoriais, manuais, etc.
<i>Televisão</i>	A TV é uma forma fácil de alcançar as massas, pelo seu uso difundido e crescente nos lares. Um exemplo do uso da TV na educação é através de programas que ensinam desde Geografia até Física, está no Telecurso 2000. Segundo [Fiorentini & Moraes 2003], os avanços com a prática da TV em EaD indicam que há em comum a busca de contato, o aproximar-se com o receptor-aprendiz. Ainda, segundo [Souza 2003], em 1980, no Brasil, deu-se a oferta de supletivos por tele cursos (televisão e materiais impressos) por fundações sem fins lucrativos. Exemplo: Telecurso 2000, Tele-aulas, vídeo aulas.
<i>Áudio</i>	O uso do áudio como meio de comunicação, seja no ensino ou fora dele, não é de hoje. No Brasil, foi uma das formas pioneiras de Educação a Distância. Em 1923, A Rádio Roquete Pinto ofereceu cursos de francês e literatura, entre outros. Hoje tem-se a possibilidade de uma conferência, via áudio (áudio-conferência), entre um grupo de pessoas. Exemplo: rádio; programas de chat (bate-papo) que permitem a comunicação via áudio; áudio-conferência.

RECURSO	DESCRIÇÃO
<i>VídeoConferência</i>	Videoconferências são sistemas interpessoais que possibilitam a comunicação em tempo real entre grupos de pessoas, independente de suas localizações geográficas, em áudio e vídeo simultaneamente. Pode-se perceber que essa tecnologia é feita ao mesmo tempo (chamado tempo real) com grupo de pessoas, em lugares distintos. Porém, para que isso ocorra precisa-se de uma infra-estrutura mínima necessária, podendo ser utilizada via satélite ou cabos terrestres interligados através de fibra-óptica. Exemplo: Tele-aula.
<i>CBT</i>	Treinamento Baseado no Computador (<i>Computer-based Training</i>). Refere-se a material educativo que se carregam em um computador por meio de CD-ROM ou disquete. Não exige um computador conectado a internet. Exemplo: Disquete, CD-Rom, DVD, etc.
<i>Educação Online²</i>	Diferente do CBT, utiliza-se do computador conectado a internet para realização da EaD. Pode-se utilizar também ambientes virtuais de aprendizagem. Neste caso, pode-se destacar o TelEduc e o Moodle que são ambientes baseados em <i>software livre</i>. Exemplo: TelEduc, Moodle, AulaNet, Docent, etc.

2 [Rosenberg 2002] e [Hall et al. 2001] colocam também um outro termo para Educação Online, mais conhecido no mundo corporativo, denominado E-learning. Tem também o termo WBT, sendo que E-learning e EaD Online tem um significado mais amplo, do uso da internet como meio de comunicação na educação a distância e WBT é voltado mais para conteúdo dos cursos via internet.

Educação a Distância

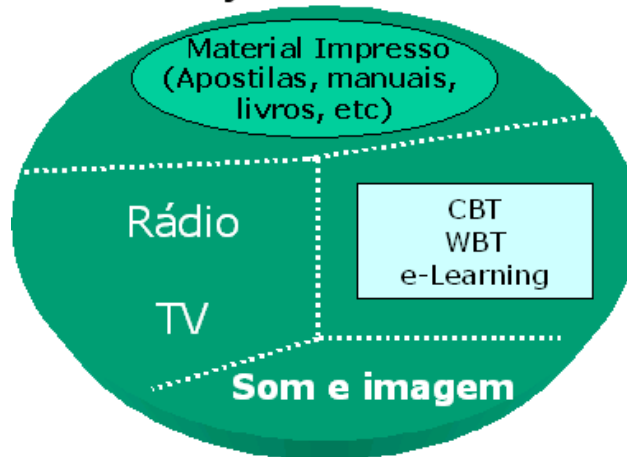


Figura 2.3: Ramificações da Educação a Distância

Após analisar um resumo dos recursos existente na modalidade de EaD, pode-se destacar a Educação *Online* ambiente em que a proposta do modelo do sistema irá atuar. Contudo, a questão de utilizar a internet, não isenta da possibilidade da utilização de outros meios como apoio.

3. SISTEMAS BASEADOS EM CONHECIMENTOS

3.1 Comentários Iniciais

Como comentamos anteriormente, a tecnologia está transformando o século XX e trazendo novas transformações na manipulação do conhecimento. Isso é justificado também, pelos avanços em áreas de estudo de como manipular e representar o conhecimento. Deve-se observar uma área de estudo em particular, a Inteligência Artificial (IA), que surge da necessidade do homem tentar refletir na máquina suas características. Essa ciência, que é uma área da Ciência da Computação que, segundo [Uchôa 1998], surgiu em meados da década 50, em um *workshop* organizado por quatro integrantes, sendo John McCarthy considerado o pai da IA.

Uma das áreas mais promissoras da IA moderna é a de Sistemas Baseados em Conhecimento (SBC). Uma área que busca resolver problemas utilizando conhecimento representado explicitamente [Uchoa 1998]. E é essa linha de pesquisa que será o principal alvo de estudo, a partir deste ponto, pois permitirá a composição da arquitetura do modelo que é proposto.

3.2 Definição

Antes de se ater ao entendimento e uma melhor compreensão do que é IA e a área de Sistemas Baseados em Conhecimentos, deve-se observar como o dicionário Aurélio, [Ferreira 1985], define as palavras inteligência e a palavra artificial.

inteligência *sf.* **1.** Faculdade ou capacidade de aprender, aprender ou compreender; intelecto. **2.** Entendimentos secretos; conluio, trama. **3.** Destreza mental; habilidade.

artificial *adj.* **1.** Produzido pela arte ou pela indústria. **2.** Fingido.

Pode-se perceber a idéia de inteligência como a capacidade de definir, entre várias escolhas, qual delas é a “melhor” para uma determinada situação. Ou seja, está contemplado a habilidade de analisar e decidir a escolha que melhor se encaixa a necessidade. Isso envolve vontade, crença, desejo, necessidade e uma série de outros fatores para que isso ocorra.

O termo inteligência aliado a palavra artificial, tem a idéia de que

é o estudo de habilidade de um objeto, que não seja um ser vivo, de realizar ações, ter capacidade mental, com base em conhecimentos. Ou seja, transferir essa habilidade humana de escolher a um ser artificial, uma máquina por exemplo. Segundo [JR. & Yoneyama 2000], a IA pode ser definida como:

...prover máquinas com capacidades de realizar algumas atividades mentais do ser humano. Em geral são máquinas com algum recurso computacional, de variadas arquiteturas, que permitem a implementação de rotinas não necessariamente algorítmicas. As atividades realizadas por essas máquinas podem envolver a sensopercepção (como tato, audição e visão), as capacidades intelectuais (como aprendizado de conceitos e de juízos, raciocínio dedutivo e memória), a linguagem (como as verbais e gráficas) e atenção (decisão no sentido de concentrar as atividades sobre um determinado estímulo).

Porém, a IA é um campo amplo e com muitos estudos em desenvolvimento que busca outras definições que aprimoram a idéia do que é IA:

- Conforme [Whitby 2004]:

É o estudo do comportamento inteligente (em homens, animais e máquinas) e a tentativa de encontrar formas pelas quais esse comportamento possa ser transformado em qualquer tipo de artefato por meio da engenharia.

- [Galvão 1999] complementa:

Sistemas inspirados no comportamento humano ou da natureza, ou que tentam reproduzi-los.

Um dos grandes desafios na IA, está na questão na manipulação do conhecimento, principalmente em como um ser não humano manipular e converter em resultados. Com isso, pode-se começar a representar essa idéia na visão de que conhecimento como sendo a *ação a ser feita* (como o programa irá transformar esse conhecimento) e desencadear uma reação (resultado).

Pode destacar que questões como inconsciente e a mente humana na representação do conhecimento foram alvo de estudo na seção sobre cognitivismo contidas na visão do construtivismo. Contudo, é importante, neste ponto, observar como a IA trata essa mesma questão através de uma subárea denominada Sistemas Baseados em Conhecimentos (SBC).

3.3 Sistema Baseado em Conhecimento e Sistema Inteligente

Existe na IA uma grande similaridade entre SBC e os chamados Sistemas Inteligentes (SI), seja no seu entendimento ou definição. Nesta obra os termos SBC e SI terão o mesmo sentido. Alguns autores especialistas fazem o mesmo, pois consideram essas duas áreas como uma só, contudo isso não é um padrão e depende da forma como cada autor trata o assunto, não sendo uma regra geral. Contudo, antes de prosseguir no entendimento sobre esses dois termos, é importante compreender o que é SBC, definido por [Uchôa 1998]:

definidos formalmente como programas de computador que resolvem problemas utilizando conhecimento representado explicitamente e que, não fosse essa representação exigiriam um especialista humano no domínio do problema para solução.

Para complementar esse entendimento, em [Rezende 2003] destaca-se 2 pontos-chave sobre *Sistemas Inteligentes*, que são:

- Habilidade para usar conhecimento para desempenhar tarefas ou resolver problemas;
- A capacidade para aproveitar associações e inferências para trabalhar com problemas complexos que se assemelham a problemas reais.

É interessante perceber que em todas as definições tem-se a idéia base de uma “máquina motora” que será o coração do funcionamento de um Sistema Inteligente. Também é importante ressaltar o estudo feito no capítulo 2, que se tem a necessidade de saber como trabalhar com os personagens que irão interagir com o sistema e todo o conhecimento que tráfegará nele. Contudo é importante analisar arquiteturas de SBC existentes para tomar como princípio base na construção do modelo. A figura 3.1 ilustra a Arquitetura Básica de um SBC apresentada em [Uchôa 1998]:

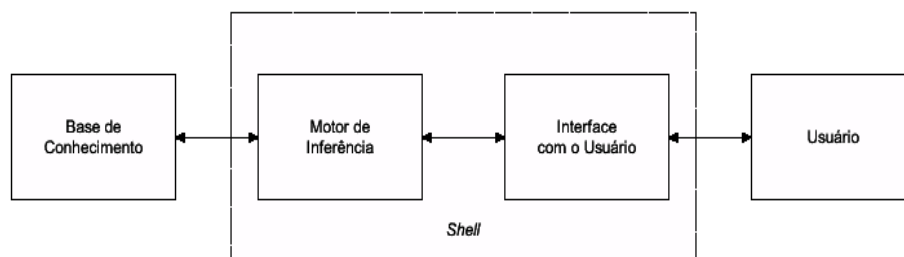


Figura 3.1: Arquitetura básica de um SBC

Deve-se destacar 3 partes dessa arquitetura básica de um SBC sendo: *Banco de Conhecimentos* (BC), *Motor de Inferência* (MI) e *Inferência com o Usuário* (IU). Um resumo da idéia de cada parte desta arquitetura é:

- BC: Contém o domínio específico da aplicação, regras que descrevem esse domínio, além de métodos e heurística para resolução de problemas;
- MI: Onde se manipula e processam o conhecimento, utilizando algumas técnicas de raciocínio e estratégias controles;
- IU: pode-se dizer que é a interface homem-máquina, ou seja, a comunicação entre o usuário e o sistema.

É importante ressaltar que um sistema tutor é um SBC, porém a questão da compreensão sobre um sistema tutor inteligente, será abordada no item 3.6.

3.4 Representando o Conhecimento

A captação da informação e sua manipulação para que gere conhecimento são questões ao se elaborar um modelo. Contudo, é importante, inicialmente, compreender, essa representação do conhecimento, dividindo-se em 3 fatores: dados, informação e conhecimento - em que segundo [Rezende 2003]:

- **Dado** é um elemento puro, quantificável sobre um determinado evento, e que ele por si só não oferece embasamento para o entendimento da situação. Um exemplo é o valor do dólar em um dado dia.
- **Informação** é o dado analisado e contextualizado, em que envolve a interpretação de um conjunto de dados, um certo raciocínio. Como exemplo, tem-se a comparação do faturamento de 2 regiões. Porém não há como mencionar qual é melhor ou pior região em faturamento, pois não é possível definir um critério de desempenho;
- **Conhecimento** engloba a habilidade de criar um modelo mental que descreva o objeto e indique as ações a implementar, as decisões tomar. Envolve também: compreensão, análise e síntese para tomada de decisões

inteligentes.

A partir desse momento, busca-se o desafio de promover essa habilidade ao sistema, por exemplo, na habilidade de transformação das informações para gerar conhecimento. E, além disso, gerar um resultado que dê uma interpretação, ou seja, gere outros conhecimentos e não somente ser mais uma informação sem significado.

Segundo [Rezende 2003], o processo de gerar conhecimento resulta de um processo no qual uma informação é comparada a outra e combinada em muitas ligações (hiperconexões) úteis e com significado. Isso implica que o conhecimento é dependente de nossos valores, experiência e está sujeito às leis universalmente aceitas. Isso permite lembrar da idéia colocada na seção de Definição de um SBC, que mostrou como o programa irá transformar o conhecimento (ação a ser feita) e ter uma reação (resultado). Portanto, pode-se incluir um outro processo intermediário que irá cuidar do processamento desse conhecimento. Esse processamento pode ser a consulta às informações dessa base de conhecimentos “passados”, por exemplo. A Figura 3.2 ilustra essa idéia.

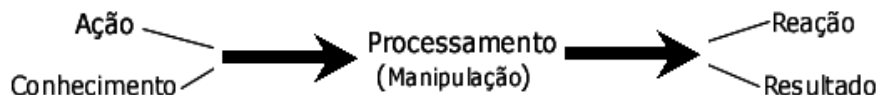


Figura 3.2: Processamento, manipulação do conhecimento fornecida

Pode-se visualizar também que ações e conhecimentos, bem como reação e resultado, passam a ser itens independentes e não como anteriormente, um item junto ao outro. Uma ação e um conhecimento podem estar juntos ou não, pois a ação de responder um teste e o conhecimento que o aluno adquiriu para poder realizar o teste podem gerar reações e resultados distintos.

Uma compreensão melhor pode ser dada através de um exemplo:

- O aprendiz está fazendo um teste de múltipla escolha no computador, depois de concluir um módulo de um curso a distância. Através do **conhecimento**, o aprendiz responderá as perguntas;
- Dependendo das **ações** tomadas (quais respostas escolhidas) o mesmo envia as respostas que acredita ser corretas;
- A partir de um motor de inferência, as respostas do aprendiz serão analisadas e geram **resultados** (podendo ser relatórios, etc) e desencadeiam uma **reação**. Essa reação pode ser o

sistema decidir que o aprendiz deve rever os tópicos A e B do módulo 1, por exemplo.

Com isso, um aspecto fica claro, ter uma base de conhecimento, já que, no exemplo dado relativo ao teste, o resultado pode ser uma informação a essa base, gerando assim uma reação corretiva, por exemplo, de um conceito não assimilado no aprendiz.

Além disso, existe outra necessidade, a de rever o conceito do que é certo e errado, ou seja, qual é o papel do erro e como pode utilizá-lo como ferramenta para gerar conhecimento.

3.5 O uso do erro para gerar conhecimento

Muitos são os motivos para um aprendiz evitar o erro e assim ter êxito em suas atividades, seja no aprendizado ou na vida. Porém mal sabe o aprendiz que errar pode ser, muitas vezes, uma forma de aprender. Essa questão do tratamento do erro nas escolas pode ser observada segundo [Amaral et al. 2001]:

o erro deve ser encarado como uma etapa importante e até mesmo fundamental na construção do conhecimento. O modo como a escola encara a resposta errada é alarmante. Ainda estamos na realidade de corrigir buscando resposta certas/erradas e não fazemos uma análise das respostas obtidas.

O erro é tratado como um sintoma do mal, como sinal de uma doença grave: a ignorância.

Felizmente, hoje, já se descortina a possibilidade de trabalhar o erro de forma construtiva, partindo do fazer do aluno

Consegue-se perceber com isso, uma mudança de postura que antes usava questões com respostas certas ou erradas, para uma postura de provocar e estimular o aprendiz ao conhecimento. Os autores [Almeida & Júnior 2000] mostram uma outra concepção sobre o erro:

Não se aprende sem tentativas, sem escorregões, sem tropeços, sem ensaio. Quando a criança aprende a andar, por exemplo, não há método de aprendizagem que substitua os ensaios feitos para aprender a controlar os músculos.

Percebe-se nitidamente que existe a necessidade da transformação da forma de tratar o erro, de punição para um meio que gere um outro

conhecimento. Essa questão é bem exemplificada por [Paschoal 2004]:

Imagine um software qualquer em que ele faz uma pergunta e o aluno responde. Pois bem, imagine que o software pergunte: “qual a capital do Estado de Minas Gerais”. Então o aluno responde que é Macapá. Ao invés do software dar uma mensagem ao aluno como “você errou” ou “resposta errada”, poderia emitir a seguinte mensagem como resposta: “Macapá é a capital do Estado de Amapá não de Minas Gerais”, por exemplo. Veja que o aluno deixa de ser um simples receptor de conhecimento do está certo ou está errado, ao passo que o erro ocorrido por uma resposta incorreta, provoca uma nova informação para reflexão do aluno e gera um conhecimento novo a ser assimilado.

Pode-se observar com esse exemplo, uma forma de tratamento diferente do erro de um aprendiz, objetivando que o erro gere conhecimento. O uso alternativo do erro deve ser incorporado a filosofia do sistema, visto que vai ao encontro da visão do construtivismo e permitindo que o aprendiz faça, pratique e cresça, diferente da visão do erro de apenas ser uma forma de punição.

3.6 Sistema Tutor Inteligente

Sistema Tutor Inteligente tem características de um sistema inteligente, que mantém como suporte ser um sistema que “raciocina” baseado no “seu conhecimento”. A diferença para um sistema inteligente é a palavra tutor, que incrementa uma ferramenta de auxílio ao aprendiz. Para que o conceito de STI fique claro, podem ser comentadas algumas definições:

- Segundo [Oliveira 2002]:

Sistemas Tutores Inteligentes (STI) são sistemas computacionais de auxílio ao ensino que usam técnicas similares as de um professor visando à aprendizagem máxima do aluno. ...tais ambientes de ensino incorporam técnicas de Inteligência Artificial, Psicologia Cognitiva, dentre outras, com o objetivo de saber o quê ensinar, a quem ensinar e como ensinar;

- Ainda segundo [Konzen & Frozza 1999]:

Sistemas Tutores Inteligentes são sistemas computacionais de auxílio ao ensino, projetados de forma a incorporarem técnicas de inteligência artificial, com o objetivo de torná-los capazes de saber o quê ensinar, a

quem ensinar e como devem ensinar.

Algumas características, em ambas definições são comuns, como: que STI são sistemas computacionais que auxiliam o ensino, por exemplo. Outra característica é a utilização de técnicas de outras áreas de conhecimento como a IA. Porém, é importante ressaltar o que se vem comentando, a importância de entender o que fazer, como, quando e onde. Para tanto, é importante analisar a arquitetura clássica de um STI ilustrada na figura 3.3, conforme [Giraffa 1997]:

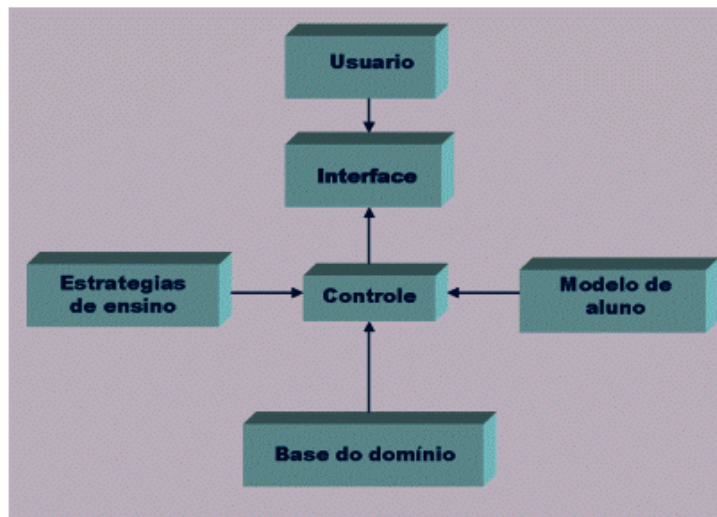


Figura 3.3: Arquitetura clássica de um STI

Apesar da semelhança de algumas idéias do modelo clássico de um SBC, busca-se desenvolver um modelo com base em diversas idéias e teorias, tomando-se como base esse modelo clássico.

Para saber mais sobre as diversas arquiteturas existentes de STI de outros pensadores, recomenda-se a leitura de [Casas 1999].

É importante ressaltar que a grande diferença entre o modelo clássico do SBC e do STI, é que o motor de inferência apresentado no primeiro modelo é composto por três componentes no STI. Isso decorre, devido à inclusão da funcionalidade de tutoria no sistema. Para tanto é necessário estratégias de ensino de como direcionar essa nova funcionalidade.

Essas estratégias de ensino podem ser comandadas através de regras e da idéia proposta de ação e reação.

Na próxima seção, é abordado com profundidade como será o funcionamento do Sistema Tutor Inteligente, baseado em *Software Livre*, para Educação a Distância.

4. A FORMALIZAÇÃO DO MODELO

4.1 Comentários Iniciais

Toda a elaboração feita até o momento neste trabalho teve como objetivo principal a estruturação de idéias para a criação de uma proposta que permita definir um modelo de um sistema tutor inteligente para Educação a Distância. Essa tarefa de modelar as estruturas da proposta, foi fundamental para que neste ponto possa-se formalizar a proposta, ou seja, definir suas características e funcionamento. Assim, busca-se neste capítulo reunir todas as idéias discutidas até o momento, vislumbrando um aspecto mais prático sobre a implementação do modelo, em que será destacada parte das diretrizes de implementação.

Nesta etapa, também discutiremos outros aspectos de implementação, como exemplo: qual plataforma e linguagem de programação utilizar, formatação do conteúdo, porém sem implementar formalmente o sistema.

4.2 Formalização das características e funcionamento

A formalização é toda baseada nas idéias discutidas até esse momento. Baseado nisso, deve-se destacar as principais **características** que o sistema irá ter para que possa definir com detalhe como irá fazer isso. Como **características** o modelo deve ter:

- Flexibilidade para tratar os vários perfis (tipos) de aprendiz, através do mapeamento individual do perfil de cada um, no momento da inscrição, pela Internet;
- O sistema pode decidir que exercícios propor ao aluno, com base na idéia do tratamento do erro, quando houver necessidade, baseado nas regras definidas no sistema. Exemplo: O aprendiz faz um exercício de múltipla escolha, dependendo do que o aprendiz deixar de absorver (errar), o sistema tutor inteligente, aplicará a esse aprendiz avaliações diferentes para fixação daquela dúvida não assimilada;

- Monitorar o aprendizado analisando como está indo sua absorção do conteúdo, por exemplo;
- Conter um histórico de resultado, baseado em um sistema de avaliação gradativo no qual tudo que o aprendiz faz é monitorado e contabilizado para o processo resultado do aprendizado;
- Monitoramento da participação do aprendiz, tanto em relação a sua absorção do conteúdo, como na interação com os outros, atividades, etc;
- Às vezes, é importante deixar o aluno procurar uma solução por um tempo do que sempre interrompê-lo - conforme [Konzen 1999], saber quando interferir é importante, porém é necessário saber até que momento deixá-lo sozinho;
- Conter políticas de diagnóstico como forma de apresentação de conteúdo, avaliação, para cada perfil de aprendiz;
- Tratamento do erro como forma de incentivo/troca de conhecimento, e não punição, para identificar caminhos alternativos de como melhor transmitir o conteúdo a esse perfil de aprendiz.

Estas são as principais características do sistema, além das discutidas e definidas nos capítulos anteriores. A proposta elaborada e formatada até o momento traça um panorama desde sua composição, comportamento e até como deve ser construído o sistema. Deve-se neste ponto, determinar a divisão dos módulos que irá compor esse sistema. A figura 4.1 ilustra bem a composição dos módulos do sistema.



Figura 4.1: Módulos do sistema

Deve-se então entender a funcionalidade básica de cada módulo:

- **Módulo Aprendiz:** responsável por todo o mapeamento individual do perfil do aprendiz;
- **Módulo de Regras & Estratégias:** conterà as ações (comportamento) que o sistema deverá realizar em cada situação;
- **Módulo de Conteúdo:** contempla toda a parte de conteúdo e testes avaliativos do curso;
- **Módulo de Ambiente de Comunicação:** responsável conter as informações de todas as ferramentas utilizadas no sistema. Além disso, irá integrar e será o moderador de comunicação entre os outros módulos com o mundo externo
- **Módulo de Banco de Conhecimento:** histórico de todas as ações que ocorreu no sistema;
- **Módulo Tutor:** responsável pelas ações pedagógicas a serem

tomadas em relação ao aprendizado do estudante. Ele interage com todos os outros módulos com a ajuda do Ambiente de Comunicação.

Baseado nos módulos descritos, é importante entender o seu funcionamento. Um resumo da interação entre os módulos pode ser descrito da seguinte forma:

O *Ambiente de Comunicação* (AC) é o módulo comunicador entre o mundo externo e os outros módulos. Além disso, ele conterá informações de quais ferramentas o sistema utilizará. Por exemplo, sendo um curso a distância, utilizando a internet, esse módulo conterá a descrição das ferramentas que serão utilizadas nessa modalidade. Um exemplo de ferramenta é um chat ou um fórum de discussão.

As interações do Ambiente de Comunicação irão alimentar o módulo Banco de Conhecimento. Esse conhecimento acumulado permitirá ao módulo *Regras & Estratégias* (RE) conter todas as ações que o sistema deverá ter, ajudando o sistema a definir o melhor caminho a seguir. No mesmo exemplo do fórum, o módulo RE pode conter regras que definam que toda a mensagem que um aluno ler de outro aprendiz, terá que avaliar se foi bom, ruim ou mesmo, se contribuiu (acrescentou) alguma idéia ou não.

O módulo *Conteúdo* (C), apesar de muito ligado com o AC, conterá todo o ciclo de conteúdo de estudo do aprendiz, ou seja, nele conterá o curso e testes avaliativos de retorno de resultado do estudo. Novamente, toda essa interação do aprendiz com os módulos, inclusive com as avaliações feitas, geram informações (histórico), dentro do *Banco de Conhecimento* (BC).

O módulo *Tutor* (T) é o mecanismo que definirá os caminhos pedagógicos adequados para cada perfil de aprendiz. Para ter informações do estudante, tem-se as informações no módulo *Aprendiz* (A). Esse módulo contém as informações referente a perfil, nível de aprendizado, nível do aprendiz, etc. Baseado nas regras definidas no módulo de RE, o módulo tutor pode traçar um caminho pedagógico no aprendizado do estudante e definir estratégias de avaliação adequada àquele perfil, por exemplo. Claro que o BC trará um histórico de ações desse aprendiz para ajudar nessa escolha.

Alguns dos módulos apresentados são relativamente simples e não serão detalhados neste trabalho. Outros entretanto, são mais complexos e merecem ser apresentados mais extensivamente, o que é feito nas próximas seções.

4.3 Detalhamento dos principais módulos

Módulo de CONTEÚDO

Na proposta do modelo é utilizada a idéia de Objetos de Aprendizagem (OA - Learning Objects). Segundo [Bettio & Martins 2004] a idéia de OA é nova e difícil de definir, contudo basicamente é uma entidade que pode conter desde um texto até recurso multimídia para suporte ao ensino. Ou seja, pode ser uma apresentação do conteúdo de um curso feito em uma ferramenta de animação ou páginas HTML. O importante de OA são as seguintes características conforme [Bettio & Martins 2004]:

- Reutilizáveis;
- Facilidade da atualização;
- Aumento do valor do conhecimento;
- Flexibilidade.

Isso permite ter objetos independentes sendo usados em mais de um curso, que é a idéia de reutilização. Baseado nessa idéia, o módulo de conteúdo utilizará a base de Objetos de Aprendizado, pois contempla as idéias do sistema de ser independente, ter flexibilidade e gerar conhecimentos.

Além disso, o uso de OA possibilita a quem criar o conteúdo do curso, poder usufruir dos recursos que achar necessário para criar seu conteúdo, sem prender-se a uma ferramenta de uma determinada empresa. Está fixo a liberdade de escolha e versatilidade que o sistema permite.

Módulo APRENDIZ

Lembremos que os vários perfis do aprendiz é uma necessidade e característica que o sistema deverá possuir, ou seja, ele deverá ser flexível o bastante para atender a essa premissa. Abaixo segue algumas sugestões:

- **Perfil do Aprendiz:** Conterá as informações pessoais referente ao perfil do aprendiz;
- **Nível do Aprendiz:** Parametrização para definir um nível de qualificação do aprendiz, baseado em um pré-teste inicial. Esse é individual para cada

curso que o aprendiz irá fazer. Essas informações geradas são alimentadas no Banco de Conhecimento. Após o curso, o aluno realizará um Pós-teste, para analisar e comparar com o Pré-teste, contudo são testes equivalentes. Vale lembrar ainda que fora esses 2 testes, tem-se pelo menos um teste final de avaliação do curso.

- **Níveis:** Iniciante, Intermediário e Avançado.
- **Nível de Participação:** Parametrização para definir o nível de participação do aprendiz.
 - **Níveis:** Abaixo do Ideal, Ideal, Acima do Ideal.

É importante observar que os níveis adotados, segundo a referência [Abreu et al. 1999], tem as seguintes explicações:

***Iniciante** (estudantes com pouca ou nenhuma familiaridade com o assunto estudado), **Intermediário** (estudantes que possuem um certo conhecimento sobre o determinado conteúdo) e **Avançado** (aqueles que buscam um aperfeiçoamento dos conhecimentos). Os indivíduos dessas categorias possuem ambições expectativas diferentes.*

Percebe-se que essa análise contempla as premissas analisadas de ter perfis diferentes para cada tipo de aprendiz.

– **Participação das Ferramentas:**

A participação das ferramentas é voltada à idéia do monitoramento do aprendizado para a coleta de informações para o banco de conhecimento.

Uma ferramenta ideal para esse caso é um fórum de discussão. O fórum será um grande aliado na avaliação de resultado, pois permitirá não somente avaliar o aprendiz, mas eles mesmos avaliarem as opiniões de seus amigos.

Com isso abre-se uma outra possibilidade: a união da proposta do modelo desta obra com ferramentas de Educação Online. Visto que a idéia do sistema é trabalhar com módulos de funcionalidade através de agentes inteligentes (o uso de agentes será abordado mais adiante). Contudo, essa discussão ficará para a seção 4.3 Metodologia para implementação.

Módulo BANCO DE CONHECIMENTO – obtenção do resultado

AVALIAÇÃO

- Monitoramento do Aprendizado através:
 - Histórico de resultado das avaliações
 - Pré e Pós teste;
 - Teste durante o curso.
 - Histórico de auto-avaliação
 - Histórico de participação
 - Conteúdo: qual parte do conteúdo foi vista e até que ponto;
 - Opinião – Fórum, atividade, etc.

Para que tudo isso seja possível, é importante destacar um recurso, que será utilizado, dentro do campo de Sistemas Baseado em Conhecimento, que é a idéia de Agentes.

Rezende [2003] define agentes como:

Agentes são personagens computacionais que atuam de acordo com um script definido, diretamente ou indiretamente, por um usuário. Eles podem atuar isoladamente ou em comunidade formando sistemas multiagentes.

Então cada módulo, a princípio será um agente, pois pode-se fazer uma programação de ações e comportamento de cada agente. E eles pode interagir entre si, contudo cada um é independente e tem suas atribuições e tarefas no sistema.

Assim, isso possibilita modular o sistema, ou seja, definir cada módulo do sistema como uma função específica, o que foi apresentado. Essa característica é que permitirá integrar esse sistema com outros sistema de Educação Online, ou mesmo pedaços desse STI a outras ferramentas.

4.4 A inteligência do sistema

A técnica de inteligência artificial utilizada será, como explanada, de agentes inteligentes. Cada agente é uma entidade com comportamentos internos, pode-se dizer que é uma característica pessoal, e comportamentos externos, comportamento perante outros agentes.

Assim, a "inteligência" do agente está nas regras que definirão o

seu comportamento, ou seja, suas ações. As regras de todos os agentes estarão no módulo de Regras e Estratégias, visto que é um módulo apenas para esse propósito.

Pode-se dividir então em 3 estratégias básicas:

– *Baseado em Lógica Clássica (LC):*

Comumente conhecido, é baseado em questões numéricas, ou seja, situações de verdadeiro ou falso.

Exemplificando: Se a nota obtida do aluno X for maior ou igual a 7 considera-se o aluno aprovado, de outra forma não.

– *Baseado em Boletins Informativos (BI):*

Apenas de caráter informativo, em um primeiro momento não geram grandes mudanças, mas pode contribuir para criar novas regras.

Exemplificando: 4 dias antes do término de entrega de cada atividade, o sistema informa por e-mail a cada representante do grupo sobre o prazo.

Depois de 5 dias sem acessar o sistema, é emitido um e-mail de lembrete para o aprendiz.

– *Baseado em Comportamento:*

Utiliza dados do banco de conhecimento, gerado a partir do uso (histórico) do sistema. Baseado nisso, faz comparações de resultados que possibilitarão criar novas regras ou modificar uma regra existente.

Exemplificando: O agente tutor constatou que em duas turmas a média mínima atingida na disciplina X foi 6.5. Assim, pode-se alterar uma regra da LC baseado na conclusão definida pela no módulo de regras e estratégias.

É importante frisar que, apesar da grande evolução da IA, ainda não se tem máquinas que pensam por si só. É necessário ainda uma inferência, seja em qualquer etapa do processo, de um especialista. Nesse caso, o especialista é o homem.

No modelo que estamos propondo, o especialista irá traduzir suas vontades através das regras que forem definidas no módulo de Regras & Estratégias. Contudo, para que isso funcione, é necessário um modelo base. Uma linha atual, bastante pesquisada e que está sendo muito utilizada com de agentes inteligentes é o modelo formal proposto por [Cohen & Levesque 1990]

denominado BDI. O modelo BDI, *belief-desire-intention*, mostra a idéia que o agente possui: **crenças, desejos e intenção**. Isso é interessante, passar para um sistema qualidades humanas, no caso emocional.

Contudo, esse modelo ainda é complexo e necessitaria um estudo muito aprofundado para sua implementação integral, o qual foge do enfoque desta obra. Mas, será utilizado e implementado sua idéia base de uma forma mais simplificada.

A capacidade de decidir estará baseado em:

- *crenças*: é o possível conhecimento do agente. Pode ser em relação a outros agentes ou ao mundo externo. No caso, podem ser traduzidas nos resultados dos históricos (Banco de Conhecimento);
- *desejos*: É o que o agente quer, que meta atingir. No caso, são as regras. É como o agente irá pensar;
- *intenção*: É a decisão escolhida. Na verdade, a junção dos desejos e das crenças pode gerar uma ou mais intenções, em que isso reflete na ação do sistema. Assim, alimentará o banco de conhecimento, gerando histórico de decisões.

Além disso, é importante perceber que regras utilizadas nos desejos podem ter pesos. Isso permite trabalhar com várias regras, sendo que cada qual tem seu peso de importância na tomada de decisão do sistema.

Outro fato importante, em relação somente a forma como as regras do sistema irá manipular, é que essas regras podem ser criadas de 3 formas:

- *pré-definidas pelo usuário, ou seja, o usuário pode inserir "inteligência" no sistema. Com isso, permite ao usuário personalizar regras de acordo com sua necessidade;*
- *A partir de resultados do banco de conhecimento (histórico), que podem ser gerados por testes avaliativos e monitoramento;*
- *A partir de testes de personalidade feitos com o aprendiz;*

Baseado nesses informações, pode-se gerar relatórios. Essas informações podem provocar a criação de novas regras ou mesmo rever as que

existem, conforme foi exemplificado.

4.5 Metodologia para Implementação

A implementação do modelo é algo importante, visto que define como ele irá funcionar na prática. Contudo para que essa etapa ocorra, é necessário definir as tecnologias necessárias para tanto.

Existem diversos métodos de desenvolvimento e implementação de *software*. Uma filosofia de uso, distribuição e desenvolvimento de *software* utilizada atualmente e que será usada nessa obra é a filosofia de *Software Livre* (SL).

Vários são os motivos, e alguns deles destacados no primeiro capítulo, da escolha do STI em que está se propondo ser baseado como um SL e não um *software proprietário*.

Alguns motivos da escolha do *software livre* podem ser destacados:

- Segundo [Cassiano & Silveira 2003]:

*O movimento de Software Livre nasceu de uma crença, a de que todos os homens possuem direito à informação;
...Todo o entendimento ideológico do Software Livre pode ser resumido em apenas uma frase: “Devolva para a comunidade tudo aquilo que retirar dela”.*

- Conforme explica [Gurovitz 2002]:

A palavra free na expressão Software Livre (Free Software, em inglês) não significa grátis. Não significa que é proibido cobrar pelo software. Significa apenas que você deve ser livre para executá-lo, copiá-lo, modificá-lo e redistribuir uma versão melhorada.

A possibilidade de escolher é fundamental para definir não a melhor tecnologia, mas a mais adequada a uma determinada necessidade. É possível perceber que o SL contempla essa permissão. Além disso, segundo [Bonan 2002], sistemas baseados em SL permitem ver o código-fonte (o que foi digitado pelo programador) o que faz possível adaptá-lo às necessidades da empresa/usuário.

Além disso, na questão sobre desenvolvimento, a filosofia de SL permite um trabalho em comunidade. Isso quer dizer que uma equipe pode estar

distribuída em qualquer lugar do planeta, permitindo um desenvolvimento praticamente ativo 24 horas. Esse fator permite também correções de erros (chamados *bugs*) imediatas, dependendo do nível de complexidade. Além disso, a utilização do SL permite o desenvolvimento de *software* personalizado de acordo com a necessidade do requisitante.

Uma outra questão importante é referente qual será a linguagem de programação e banco de dados utilizado na construção e desenvolvimento do modelo proposto. A escolha da linguagem depende da disponibilidade de recursos. Quando se fala em recursos, pode-se incluir tanto de infra-estrutura como equipe (pessoas). Assim, a determinação da linguagem de programação deve obedecer essas premissas. Essa definição da linguagem de programação a ser utilizada na construção do modelo é de vital importância, pois a escolha pode determinar a versatilidade que o sistema pode conter, a possibilidade de rápida manutenção, etc.

É importante lembrar o que foi discutido nos capítulos anteriores sobre a representação do conhecimento: o cérebro é composto por uma série de componentes, os quais podem ser agentes inteligentes definidos através da modularização de objetos, ou seja, molda-se a estrutura do conhecimento e informação que o modelo conterá, na forma de objetos de conhecimento. Dessa forma definiu-se a utilização da Programação Orientada a Objeto (POO) como uma estratégia a ser seguida, portanto, a linguagem de programação a ser utilizada tem que contemplar essa característica.

A escolha do paradigma de POO vai de encontro com a ideia de Agentes, pois a POO permite programar uma entidade, na forma de uma classe, individualmente com atributos e ações (métodos). O importante a ser destacado na implementação do modelo é a ideia que cada módulo do sistema é um Agente, no caso, uma classe. E cada agente pode ser programado e tem suas ações (comportamento) definidas.

Neste caso, existem diversas linguagens para esse fim. Contudo, é válido lembrar que o foco do modelo proposto é um STI para Educação a Distância. Pode-se então citar a linguagem de programação PHP, que é voltada para aplicações para internet. Além disso, foi escolhida por sua flexibilidade, ser aceitar o paradigma POO e ser um SL. Integrado a essa linguagem, é necessário pensar na questão do banco de dados a ser utilizado, tem que, da mesma forma que a linguagem de programação, seguir a filosofia do *software livre*. Seguindo essa premissa, e baseado no estudo de [Guimarães 2004], sugere o uso do banco PostgreSQL.

O PostgreSQL é um banco de dados versátil, baseado na filosofia do SL e que, segundo [Guimarães 2004], que realizou um *benchmark* entre o desempenho de diversos banco de dados. No resultado feito em um Pentium 4 esteve como melhor desempenho em 8 dos 10 testes. Isso

comparando banco de dados proprietários como Oracle e SQL Server.

Outro banco *open source* que também pode ser utilizado e muito conhecido é o MySQL, pode ser outra opção.

Assim, a forma de implementação deve contemplar pelo menos dois ambientes de interação, sendo: um *ambiente de ensino aprendido*, em que o aprendiz irá interagir; e um *ambiente de administração*, em que será toda a parte de configuração das estratégias, conteúdo e regras do sistema.

Basicamente, o ambiente de ensino aprendido deverá conter:

- Cadastramento e interface com o aprendiz;
- Ferramentas do sistema como: fórum, chat, correio, etc;
- Parte de estudo, em que será visualizado o conteúdo, material de apoio e também os testes avaliativos;
- Quadro de resultado, contemplando a parte de nível de aprendizado, relatórios, etc.

Esses módulos da proposta do modelo podem ser incorporados a um LMS existente. No caso, um LMS que possui filosofia semelhante à adotada por este projeto é o Moodle³. A vantagem disso é poder colocar em prática mais rápido a proposta do STI para EaD. No caso, um sistema modular que segue a idéia proposta é o Moodle (*Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment* – Ambiente Modular de Aprendizado Dinâmico Orientado a Objeto). O Moodle é um Ambiente Virtual de Aprendizado, sendo um *software livre*. É um sistema simples e de fácil instalação. Além disso, segundo [Castillo 2005], o Moodle tem sido usado como base do construtivismo, voltado para uma visão mais social e colaborativa.

Isso tudo vai de encontro com a proposta do modelo, tanto em questão de filosofia como em questão de tecnologias que foi sugerida e é utilizado no Moodle.

Assim, é viável a integração na implementação modular da proposta deste modelo do STI para EaD. Contudo esse não é o foco dessa obra, apenas uma sugestão para uma implementação mais rápida do modelo.

Por fim, a estratégia é implementar, por exemplo um módulo, como o de conteúdo. Neste caso tendo o Moodle um módulo de conteúdo pode-se usa-lo para implementar o monitoramento. Com isso, testa-se sua prática e funcionalidade, para que o modelo seja desenvolvido e finalizado.

3 <http://www.moodle.org>

5. CONCLUSÃO

Ao fazer uma tarefa é uma importante entender o que quer ser feito, o que tem como conhecimento e como será feito essa tarefa, para atingir o objetivo de resolvê-la. Isso não é diferente em todas as ações que realizamos no dia-a-dia.

Toda a base da proposta do modelo contida nesta obra seguiu esse objetivo, de entender, analisar e refletir o que se tem como ferramenta e conhecimento para atingir o objetivo de elaborar o modelo. Buscou demonstrar, através de vários exemplos e idéias, como é composto a proposta do modelo de um STI, baseado na filosofia do *Software Livre*, para EAD. Para tanto, foi baseado em modelos, como o BDI – crença, desejo e intenção, que busca levar qualidades humanas, como a emoção, para a máquina.

Para o futuro, acredita-se que a implementação dessa proposta será viável com o Moodle para ter uma rápida verificação da implementação do sistema e análise dos resultados. Essa integração pode ser feita de forma a implementar cada módulo do sistema com as devidas tecnologias descrita na proposta. Será possível, após isso, verificar e observar as reações e ações ocorrida na interação entre os usuários com o sistema.

Essa questão, do comportamento de quem usa e interage com o sistema, poderá ser observada com sua implementação e será uma nova etapa que poderá complementar ainda mais essa obra.

Contudo, acredito que sistemas dessa natureza, que utilizem técnicas de inteligência artificial combinada com outras áreas de conhecimentos, tendem a ser mais comuns a sua utilização em um futuro próximo por sua ajuda proporcionada, flexibilidade e geração de resultados.

Portanto, espera-se que o resultado gerado pelo modelo, seja mais um apoio e não só na questão de avaliação e busca de resultados, ajudando ao professor, mas também complementar o processo ensino/aprendizado de cada estudante.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- [Abreu et al. 1999] Abreu, Bruno Loureiro de; Júnior, Carlos Roberto da Silva. SEI – Sistema de Ensino Inteligente. Universidade Federal de Pernambuco, UFPE - 1999.
- [Almeida & Júnior 2000] Proinfo – Projetos e Ambientes Inovadores / Secretaria de Educação a Distância. Brasília: MEC – Ministério Da Educação, Seed, 2000. 96p. Série De Estudos.
- [Amaral et al. 2001] Amaral, Kátia Cilene Arcanjo do; Correia, Luiz Henrique Andrade; Uchôa, Joaquim Quinteiro. Computador tutelado- 2.ed. - Lavras : UFLA/FAEPE, 2001.
- [Alves & Nova 2003] Alves, Lynn; Nova, Cristiane (organizadoras). Educação a distância. São Paulo: Futura, 2003
- [Becker 2001] Becker, Fernando. Educação e construção do conhecimento. Porto Alegre: Artmed Editora, 2001.
- [Belloni 2001] Belloni, Maria Luiza. Educação a distância. 2A Edição – Campinas, SP: Editora Autores Associados, 2001. - (Coleção educação contemporânea)
- [Bettio & Martins 2004] Bettio, Raphael Winckler de; Martins, Alejandro. Objetos de Aprendizado: Um novo modelo direcionado ao Ensino a Distância. Universidade Federal de Santa Catarina - Laboratório de Ensino a Distância. Disponível na internet via [www. URL: http://www.abed.org.br/congresso2002/trabalhos/texto42.htm](http://www.abed.org.br/congresso2002/trabalhos/texto42.htm). Arquivo capturado em 20 de junho de 2004.
- [Bock et al. 1991] Bock, Ana M. Bahia; Furtado, Odair; Teixeira, Maria de Lourdes T. Psicologias – Uma introdução ao estudo de Psicologia. Editora Saraiva – 4a Edição, 1991.
- [Bonan 2002] Bonan, Adilson Rodrigues. Configurando e usando o sistema operacional LINUX. Editora Berkeley, 2002.
- [Booch et al. 2000] Booch, Grady; Jacobson, Ivar; Rumbaugh, James. UML Essencial – Um breve guia para a linguagem-padrão de modelagem de objetos. 2a Edição – Porto Alegre: Editora Bookman, 2000

[Campos et al. 2003] Campos, Fernanda C. A.; Santoro, Flávia Maria; Borges, Marcos R. S.; Santos, Neide. Cooperação e aprendizagem *on-line*. Rio de Janeiro: DP&A, 2003.

[Campos & Saito 2004] Campos, Mario Massa de; Saito, Kaku. Sistemas inteligentes em controle e automação de processos. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2004.

[Carneiro 1999] Carneiro, Mára Lúcia Fernandes. VIDEOCONFERÊNCIA - Ambiente para educação á distância. URL: <http://penta.ufrgs.br/pgie/workshop/mara.htm>. Publicado em: Janeiro/1999

[Casas 1999] Casas, Luis Alberto Alfaro. Contribuições para a modelagem de um ambiente inteligente de educação baseada em realidade virtual. Tese de Doutor em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1999. Data da documentação: 16/06/1999

[Castillo 2005] Castillo, Renata Almeida Fonseca del. 68 - Moodle (Modular Object Oriented Dynamic Learning Enviroment). Boletim de EAD - Unicamp, SP. Disponível na internet via [www](http://www.ccuec.unicamp.br/ead/index_html?foco2=Publicacoes/78095/947021&focomenu=Publicacoes). URL: http://www.ccuec.unicamp.br/ead/index_html?foco2=Publicacoes/78095/947021&focomenu=Publicacoes. Data de Publicação : 28 de Fevereiro de 2005

[Cohen & Levesque 1990] Cohen, P.R. and H.J. Levesque. "Intention is Choice with Commitment," Artificial Intelligence, 42(2-3), pp. 213-361, 1990.

[Crispim et al. 2000] Crispim, Honório Assis Filho; Júnior, Humberto Abdalla; Molinaro, Luis Fernando Ramos. Proposta para um ambiente inteligente de ensino a distância. Universidade de Brasília, Unb – 2000.

[Fernandes 2003] Fernandes, Anita Maria da Rocha. Inteligência Artificial – Noções gerais. Editora Visual Books, Março – 2003.

[Ferreira 1985] Ferreira, AURÉLIO Buarque de Holanda. Minidicionário da Língua Portuguesa. 1a. Edição – 7a Impressão. São Paulo, 1985.

[Fiorentini & Moraes 2003] Fiorentini, Leda Maria Rangearo; Moraes, Raquel de Almeida (orgs.). Linguagens e interatividade na educação a distância. Rio de Janeiro: DP&A, 2003.

[Fonseca & Carvalho 2001] Fonseca, Elzitanía Azevêdo; Carvalho, Leonardo Barzi de. A Internet e o ensino a distância. Disponível em: <http://www.revistadolinux.com.br/artigos/005,030,3,111,482.html> - Publicado em: 28/06/2001

[Galvão 1999] Galvão, Carlos de Oliveira (org.). Sistemas inteligentes: aplicação a recursos hídricos e sistemas ambientais. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS/ABRH, 1999

[Giraffa 1997] Giraffa, Lucia Maria Martins. Seleção e adoção de Estratégias de Ensino em Sistemas Tutores Inteligentes. Exame de Qualificação de Doutorado em Ciência da Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1997.

[Guimarães 2004] Guimarães, Célio Cardoso. Benchmark de Bancos de Dados, uma análise de desempenho de diversos bancos de dados. Instituto de Computação da Unicamp. Disponível em: <http://www.dicas-l.unicamp.br/dicas-l/20041009.php>. Data de Publicação: 09/10/2004

[Gurovitz 2002] Gurovitz, Helio. Linux – O Fenômeno do Software Livre. SuperInteressante – Coleção para saber mais. Editora Abril, 2002.

[Hall et al. 2001] Hall, Brand; Rosenberg, Marc; Allen, Rex. Dossiê: E-learning, a revolução começou. Revista HSM Management, p. 77-114 e 162-168, n.º 29 ano 5 novembro-dezembro 2001.

[Himanen 2001] Himanen, Pekka. A ética dos HACKERS e o espírito da era da informação – a diferença entre o bom e o mau hacker. Editora Campus, 2001.

[Júnior 2003] Júnior, Miguel Benedito Furtado. XML - Extensible Markup Language. URL: http://www.gta.ufrj.br/grad/00_1/miguel/ - Data da documentação: 27 de junho de 2003.

[Jr. & Yoneyama 2000] Jr., Cairo Lúcio Nascimento; Yoneyama, Takashi. Inteligência Artificial em Controle e Automação. 1ª Edição – São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda., 2000.

[Konzen & Frozza 1999] Konzen, A. A.; Frozza, Rejane. Uma Estratégia de Ensino Híbrida para Sistemas Tutores Inteligentes. Santa Cruz do Sul: UNISC, 1999.

[Leão 2003] Leão, Renata. Apostila IMPACTA 202071 SQL – Módulo I. Publicado em: Agosto, 2003

[Litwin 2001] Litwin, Edith (orgs). Educação a distância: temas para o debate de uma nova agenda educativa. Porto Alegre: Artmed Editora, 2001.

[Loyolla & Prates 2002] Loyolla, Waldomiro; Prates, Maurício. Ferramental Pedagógico da Educação a Distância Mediada por Computador (EDMC). FISP/PUC-Campinas. Publicada em: 10/09/2002

[Lucena 2003] Lucena, Beto. Novas Tecnologias no E-learning: Desafios e Oportunidades para o Design. Planejamento de ensino - Presencial ou a Distancia. URL: <http://www.abed.org.br/publicue/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?UserActiveTemplate=1por&infoid=883&sid=135> - Publicada em: 03/12/2003.

[Luckesi 2003] Luckesi, Cipriano Carlos. Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições. 15ª Edição – São Paulo : Cortez, 2003.

[Niskier 2000] Niskier, Arnaldo. Educação à Distância – A tecnologia da esperança. Edições Loyola. 2ª edição, março de 2000.

[Oliveira 2002] Oliveira, Rodrigo de. Proposta de um sistema tutor inteligente com adoção dinâmica de estratégias de ensino híbridas usando MBTI. Monografia de Conclusão do curso de Graduação de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2002.

[Paschoal 2004] Paschoal, Alexandre Rossi. Educação a distância sobre vários olhares – Ler, Analisar, Refletir e Praticar. Trabalho de Conclusão do curso de Pós-Graduação de Informática em Educação da Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2004

[Raposo & Vaz 2002] Raposo, Renato; Vaz, Francine Ferreira. Introdução a Ciência Cognitiva. GINAPE (Grupo de Informática Aplicada à Educação) - NCE (Núcleo de Computação Eletrônica) – UFRJ. Link: [Jhttp://www.nce.ufrj.br/ginape/publicacoes/trabalhos/RenatoMaterial/index.htm](http://www.nce.ufrj.br/ginape/publicacoes/trabalhos/RenatoMaterial/index.htm). Data da documentação: 30 de setembro de 2002

[Rezende 2003] Rezende, Solange Oliveira (Coord.). Sistemas Inteligentes – Fundamentos e Aplicações. Barueri, SP: Editora Manole, 2003.

[Romiszowski 1998] Romiszowski, Alexander J.; Romiszowski, Hermelina P. - Dicionário de terminologia de educação a distância - Tecnologia, Treinamento, Sistemas (TTS). Disponível em: <http://www.abed.org.br/rbaad/dicionario.pdf>. Rio de Janeiro, 1998

[Rosenberg 2002] Rosenberg, Marc J. - e-Learning. São Paulo: Makron Books, 2002.

[Rumble 2003] Rumble, Greville. A gestão dos sistemas de ensino a distância. Brasília: Editora Universidade de Brasília: Unvesco, 2003

[Silva 2002] Silva, Jaime Balbino G. SCORM x EML. Boletim EAD - Unicamp / Centro de Computação / Equipe EAD. Disponível na internet via www. URL: http://www.ead.unicamp.br:9000/GECON/sites/EAD/index_html?foco2=Publicacoes/78095/619376&focomenu=Publicacoes – Publicado em: 15 de Abril de 2002.

[Souza 2003] Souza, Ana de Fátima. Ensino a distância – Internet populariza o acesso a vários cursos e rompe limites das salas de aulas convencionais. Artigo da Revista Galileu: Editora Globo - Maio de 2003, página 39.

[Uchôa 2003] Uchôa, Kátia Cilene Amaral. Introdução à Ciberultura / - 3.ed. Lavras: UFLA/FAEPE, 2003. Curso de Pós-Graduação “Lato Sensu” (Especialização) a Distância: Administração em Redes Linux.

[Uchôa 1998] Uchôa, Joaquim Quinteiro. Representação e indução de conhecimento usando teoria de conjuntos aproximados. São Carlos : UFSCar, 1998. 237 p.

[Vera 2004] Vera, Jaime. Plataforma Teleduc - Sistemas LMS. Universidade Virtual de Salamanca. Disponível na internet via www. URL: http://www.uvisal.org/infacademica/teleduc_lms_pt.php. Arquivo capturado em 20 de junho de 2004.

[Whitby 2004] Whitby, Blay. Inteligência Artificial: um Guia para Iniciantes. São Paulo: Madras, 2004