



Mestrado em Ciência da Computação

Excluído:

Plano de Dissertação

Excluído:

Título **PMBOK-CVA: um Companheiro Virtual de Aprendizado para melhorar o aproveitamento do PMBOK Easy**
PMBOK Easy CVA: um Companheiro Virtual de Aprendizado para o ensino de Gerência de Projetos

Mestranda **Paula Geralda Barbosa Coelho**

Orientadora **Patrícia Cabral de Azevedo Restelli Tedesco**
Co-orientador **Hermano Perrelli de Moura**

Excluído:

Recife
Junho/2003

Excluído:

Índice

1	Objetivos	1
2	Motivação.....	1
3	Agentes Inteligentes.....	2
4	Companheiros Virtuais de Aprendizado.....	4
5	Reflexão	5
6	Trabalhos Correlatos	5
7	Solução Proposta	7
8	Metodologia.....	11
9	Cronograma	12
	Referências Bibliográficas	

1 Objetivos

Excluído:

Este trabalho objetiva criar um Agente Pedagógico Inteligente (API) [ref]. APIs são aplicações de Inteligência Artificial (IA) na Educação para melhorar o aprendizado dos estudantes em Ambientes Virtuais de Ensino (AVEs) [ref].

Excluído:

Este API terá o papel de um Companheiro Virtual de Aprendizado (CVA) [ref] que será projetado baseado no paradigma de Sistema Tutor Inteligente (STI) [ref].

Excluído:

Os benefícios que um CVA pode proporcionar ao aprendizado em AVEs que são muitas vezes áridos, isolados e desmotivantes são inúmeros. O CVA visa tornar o AVE mais motivador (ou atraente) para o estudante e obter um maior aproveitamento do ambiente.

Excluído: motivante

Alguns CVAs podem contribuir com fatores essenciais em um processo de ensino-aprendizagem tais como, o diálogo, a indagação, a persistência, as regras, a auto-estima, a inferência, as hipóteses e teses. Entre estes fatores daremos um maior enfoque ao Processo da *Reflexão* [Boud et al. 1985], que ajuda o estudante a ter certeza do que realmente sabe, do que aprendeu e do que é necessário fazer para obter novos conhecimentos.

O objetivo deste trabalho é criar um CVA que será aplicado ao PMBOK Easy¹, um ambiente de aprendizado colaborativo na Web criado para o estudo do PMBOK (Project Management Body of Knowledge) [PMI 2000]. O PMBOK é um guia disponibilizado para estudo pelo PMI² (Project Management Institute), para se obter a certificação PMP (Project Management Professional).

Excluído: criado neste trabalho

2 Motivação

Com a revolução da Informática na Educação [ref], e com o surgimento de recursos como a Internet e os Softwares Educativos, aparecem também novos processos de comunicação que interferem no processo de ensino-aprendizagem. A aplicação de ambientes virtuais de aprendizado que permitem aos educadores e aprendizes ter uma opção de auto-instrução, muda a natureza do aprendizado e da percepção do aluno.

A utilização de AVEs promove mudanças na forma do estudo. O estudo se torna mais individualizado e traz questionamentos e problemas com relação à qualidade do aprendizado. Neste panorama, os professores passam de provedores da informação para facilitadores da informação. Neste contexto, um software educativo deve ser uma ferramenta de apoio à aquisição do conhecimento e o ideal é que o mesmo seja estimulante para o estudante e que forneça uma maior interação com ele.

Pesquisas mostram que a aprendizagem em grupo ou em pares de estudantes [GOO 1998] melhora significativamente o aprendizado. O estudante em par encoraja o outro a refletir no que eles estão aprendendo e a articular o pensamento. Geralmente, estudantes que ensinam a outros estudantes aprendem mais [ref. **Efeito peer tutoring**]. A interação se torna um importante fator para estimular a *reflexão* – a própria interação é uma instância de situação reflexiva [Self et al. 2000].

A *reflexão* é o processo de pensar sobre o que se pensa, sobre algum fato, para atingir algum objetivo. Um dos efeitos do processo de *reflexão* é a validação do conhecimento.

A articulação, que verbaliza o processo do pensamento, estabelece relações entre as partes para formar o todo, para alcançar a coerência do entendimento atual. Ela leva à reflexão que ajuda a se ter certeza do que realmente se sabe e a obter novos conhecimentos.

Estudos recentes (e.g [GOO 1998, SIL 2002]) demonstraram que é crescente o interesse no desenvolvimento de sistemas computacionais na área de Educação. Os ambientes destinados ao

¹ <http://www.cin.ufpe.br/~pmbok> - Site oficial do PMBOK Easy.

² <http://www.pmi.org/info/default.asp> - Site oficial do Project Management Institute (PMI);

Excluído:

aprendizado ainda possuem potenciais inexplorados no que se refere à aplicação de Sistemas Computacionais Inteligentes. A Inteligência Artificial (IA) pode ser aplicada para tornar os ambientes virtuais de aprendizado mais próximos dos ambientes presenciais.

O STIs são uma especialização de Software Educativo. STIs são uma classe de sistemas de Inteligência Artificial (IA) que atuam como auxiliares no processo de ensino-aprendizagem. A abordagem de agentes inteligentes em STIs possibilita interações mais naturais e mais próximas entre os estudantes e o sistema.

No contexto da atividade educacional, alguns agentes inteligentes são ditos pedagógicos. Estes podem se comportar como CVAs, que são personagens animados com um motor de raciocínio, que podem estimular e direcionar o aprendizado, transmitir conhecimento, observar, acompanhar e dar dicas ao estudante, respeitando sua individualidade e suas características, e ainda simular o estudo em pares de estudantes. Um CVA normalmente é um estudante simulado, que acompanha o estudante em seu processo de aprendizado podendo também exercer o papel de tutor.

Os CVAs são considerados personagens que criam uma interação com o estudante e têm como objetivo principal contribuir para a aprendizagem efetiva deste melhorando o aprendizado. Os estudantes que experimentaram ambientes virtuais (e.g [RAS et al. 2002]) com CVAs se sentiram mais motivados e tiveram maior persistência em aprender, tendo um melhor desempenho em comparação aos estudantes que utilizaram ambientes virtuais sem CVAs.

Neste trabalho um CVA, o PMBOK-CVA, será desenvolvido e aplicado a uma ferramenta de aprendizado em ambiente Web criada para o estudo do PMBOK (Project Management Body of Knowledge), o PMBOK Easy. O PMBOK Easy é uma proposta de recurso educativo para o estudo de Gerência de Projetos. Neste ambiente, existem modelos, ferramentas e recursos didáticos que agregam valor ao conteúdo proposto pelo PMBOK Guide® [PMI 2000].

O PMBOK Easy tem como objetivo propor ao usuário uma visão mais prática e interativa do conhecimento sobre Gerenciamento de Projetos. O estudante que visa ter as certificações do PMI (Project Management Institute) poderá encontrar todo o conteúdo do Guia do PMI Institute acompanhado de links e referências para sites relevantes, ferramentas de software; além de testes específicos que o prepararão para a certificação PMP (Project Management Professional) no PMBOK Easy. Atualmente, apenas o capítulo de Gerenciamento de Tempo está contemplado no PMBOK Easy, mas a estruturação desta ferramenta sugere a expansão para todo o Guia.

Uma vez que nosso CVA esteja implementado, iremos integrá-lo ao PMBOK Easy e então avaliar sua funcionalidade. Para tal, iremos comparar a utilização do PMBOK com e sem o CVA, para então observar o ganho de aprendizado obtido com a utilização do CVA.

Na próxima seção, apresentaremos a definição e o conceito de Agentes Inteligentes. Na seção 4, será apresentada a definição de Companheiros Virtuais de Aprendizado e o seu modelo, que servirá de subsídio para um maior entendimento da solução proposta; na seção 5, abordaremos a importância da *Reflexão* no processo ensino-aprendizagem. Na seção 6 discutiremos os trabalhos correlatos. Finalmente, exporemos a solução proposta, a metodologia a ser obedecida e o cronograma de atividades.

3 Agentes Inteligentes

Segundo Russel e Norvig [RUS 2003], um agente é uma entidade capaz de perceber através de seus sensores as informações do ambiente onde está inserido e reagir através de seus atuadores. Através de uma analogia com os animais podemos perceber alguns de seus sensores como olhos, ouvidos, tato e olfato e os seus atuadores tais como, bocas, patas e pernas, entre outros.

De acordo com Weiss [WEI 1999], não existe uma definição universalmente aceita para o termo agente. Embora exista um consenso geral, que diz que um agente é uma entidade que deve ter no mínimo *autonomia*, *habilidade social* e *reatividade*.

Um Agente é *autônomo* quando escolhe a ação a tomar, exerce um controle sobre suas ações, e seus estados internos, baseado tanto na própria experiência quanto no conhecimento previamente definido. Ele deve se adaptar a situações novas, para as quais não foi fornecido todo o conhecimento necessário com antecedência. Um Agente tem *habilidade social* quando ele se comunica ou interage com outros agentes do ambiente.

Um Agente *reativo* age reativamente quando somente reage às condições do mundo em um determinado instante. As respostas são dadas de forma automática, como por exemplo, um motorista pisa no freio de seu carro porque o carro que estava à sua frente parou, o agente motorista se comportou de forma reativa, ou seja, percebeu uma ação e reagiu instantaneamente ao ambiente.

De acordo com Franklin & Graesser [FRA 1996] um agente precisa ter, além das propriedades acima citadas, as propriedades de *Pró-atividade* (Orientado a Objetivo), *Continuidade Temporal*, *Aprendizado* (Adaptativo), *Mobilidade*, *Flexibilidade* e *Caráter*.

A propriedade de ser *Orientado a Objetivo* significa que o agente não deve simplesmente responder ao seu ambiente, mas deve ser capaz de exibir comportamento oportuno dirigido a metas e tomar iniciativas apropriadas. A *Continuidade Temporal* indica que o agente é um processo contínuo em execução. *Adaptatividade* é a capacidade de mudar o seu comportamento baseado em experiências anteriores. *Mobilidade* é a capacidade de transportar-se de um lugar (máquina) para outro. *Flexibilidade* é tomar ações que não foram claramente determinadas anteriormente. *Caráter* significa ter “personalidade” confiável e estado emocional. Um agente não precisa possuir todas estas propriedades, e isto explica a variedade de tipos de agentes encontrados atualmente.

A *Autonomia* pode ser subdividida em Autonomia de Execução, onde temos implicitamente a propriedade de *Continuidade Temporal*, pois todo agente autônomo deve ter execução contínua; e Autonomia de Decisão, onde encaixamos a propriedade de Flexibilidade, pois todo agente autônomo deve ser flexível para se adaptar à novas situações. Desta forma, consideramos *Flexibilidade* e *Continuidade Temporal* subpropriedades da propriedade *Autonomia*.

Um agente pode ainda ser *deliberativo*, possuindo objetivo explícito. Ele faz a previsão de estados futuros do ambiente resultando das seqüências de ações. A capacidade de tomada de decisão dos agentes deliberativos, como reação aos eventos que ocorrem no meio ambiente, advém da correta representação interna do ambiente sobre o qual o agente interage e do seu mecanismo de decisão.

Um agente pode também ser *cognitivo*, quer dizer, baseado em objetivos que adapta suas escolhas a situações resumidas em objetivos dinâmicos. Este agente baseia suas ações no modelo atual (ou passado) do ambiente e não tenta prever modelos futuros do ambiente, diferente do deliberativo que é considerado um agente planejador.

A *inteligência* dos agentes de software é um tema polêmico na comunidade de pesquisa, uma vez que diferentes pesquisadores procuram características diferentes para definir inteligência no comportamento dos agentes. Segundo Russel e Norvig [RUS 2003], o que faz um agente ser chamado de inteligente é a sua capacidade de agir *racionalmente* (racionalidade significa fazer a coisa certa na hora certa) aos estímulos do ambiente no qual ele está inserido. Na próxima seção abordaremos os conceitos de um Agente Inteligente Aplicado à Educação.

4 Companheiros Virtuais de Aprendizado

Como vimos na seção anterior, existe uma variedade de tipos de agentes inteligentes, dentre os quais estão os agentes pedagógicos. Os agentes são denominados pedagógicos quando estão inseridos em um ambiente pertencente a um sistema de ensino-aprendizagem.

Estes agentes possuem uma base de conhecimento que determina os métodos e as estratégias de ensino a serem utilizadas. O objetivo principal de alguns destes agentes é auxiliar os estudantes contribuindo para o aprendizado.

Os agentes pedagógicos são em sua maioria *deliberativos*, mas podem possuir também características de agentes *reativos*. Eles podem atuar como tutores, estudantes, aprendizes, e companheiros virtuais, que ajudam os estudantes no processo de aprendizagem. Estes agentes podem ter *personalidade* e estados emocionais (tristeza, alegria).

Os agentes pedagógicos possuem também um estado mental. O estado mental é o conjunto de crenças, desejos e objetivos sobre o ambiente e sobre si mesmo. As crenças determinam o estado corrente do mundo interno e externo do agente. Os desejos são os estados desejados, independentemente da sua possibilidade de realização. Os objetivos são o conjunto de desejos sobre o qual o agente pode atuar.

A atualização do estado mental do agente é feita de acordo com o modelo do estudante atual e com as ações executadas pelo agente no estado anterior podendo alterar o seu conhecimento a respeito do mundo. O estado mental do agente ajuda a determinar o nível de *expertise* do estudante.

Os agentes pedagógicos podem ser representados por um personagem, com algumas características da personalidade humana. Quando isto ocorre, são denominados agentes pedagógicos animados. Neste trabalho, o nosso agente pedagógico se comportará como um Companheiro Virtual de Aprendizado (CVA).

O CVA possui um componente motor de raciocínio e pode possuir um personagem animado, sendo considerado um agente de interface. Neste caso, é responsável por realizar a interação do sistema com o usuário, no caso o estudante, observando (percebendo) as ações e reações do usuário. É também responsável pela apresentação das informações ao estudante, como por exemplo, progresso do aprendizado do estudante, textos explicativos e de questionamento, entre outras.

Os Companheiros Virtuais de Aprendizado podem monitorar as atividades do estudante, registrar o conteúdo estudado, fornecendo auxílio em situações críticas. Eles podem ainda, registrar informações necessárias à modelagem do perfil do estudante, respeitando sua individualidade e suas características.

Os CVAs podem selecionar estratégias de ensino adequadas, com base no perfil do estudante, motivar a continuidade do estudo e prover interatividade ao sistema. Além disto, podem guiar o estudante durante a interação com o sistema. Eles podem também, dar dicas e transmitir o devido conhecimento, oferecendo aos estudantes a idéia de ter um amigo tutor que lhes fornecerá ajuda, simulando assim, o estudo em grupo ou em pares de estudantes.

O CVA pode proporcionar ao estudante, uma maior liberdade quanto à exposição de seus erros. O estudante não se sente envergonhado ou ridículo de errar com um Companheiro Virtual, diferente do que acontece com um tutor humano.

Supondo que o ato de estudar é fazer um esforço, todo este esforço merece elogio, e desta forma o CVA pode elogiar o estudante para valorizar na medida certa os seus esforços representando um estímulo à imagem que ele tem de si mesmo para ir adiante na busca do conhecimento [MAT 2003]. Esse esforço positivo constitui um dos modos mais eficazes de melhorar o auto-conceito. É importante que o elogio do CVA seja personalizado. Tarefas que são

fáceis para uns podem ser complicadas para outros e estes elogios não devem parecer exagerados ou falsos.

Um CVA pode também incentivar o estudante a articular e a refletir sobre as suas ações passadas, e a discutir suas intenções futuras e suas conseqüências melhorando assim o aprendizado. Na seção a seguir, abordaremos a importância da *Reflexão* no processo de ensino-aprendizagem.

5 Reflexão

O processo ensino-aprendizagem é um processo mental complexo porque envolve ativamente a pessoa. Quem estuda deve recorrer às próprias idéias para conferir o que conhece sobre o assunto, para criticar ou concordar. O estudo só desperta interesse ao estudante quando faz sentido e traz conceitos que articulam as informações que já se têm [FREI 1970].

Estudar não é uma tarefa fácil e alguns aspectos para o sucesso do aprendizado devem ser levados em conta. O *diálogo* é importante para a troca de informações e ativação do conhecimento; a *indagação*, para elicitare mais informações sobre o fato em questão; a *meta*, para ter bem claro o que se deseja fazer; a *persistência*, para perseverar em aprender; as *regras*, para saber o caminho a ser seguido, a *auto-estima*, para ajudar na persistência; a *inferência* (estratégia que leva em conta elementos - fatos, tabelas, textos, gráficos, desenhos) para tirar conclusões a partir de dados avulsos e incompletos e melhorar a compreensão; as *hipóteses* (previsões) e *teses*, para construir o raciocínio, e o importante *Processo de Reflexão* [SAN 2002, BEM 2003, Boud et al. 1985].

A *reflexão* é uma atividade humana importante em que as pessoas recapturam sua experiência, pensam sobre ela, trituram-na e a avaliam [Boud et al. 1985]. O processo de *reflexão* estimula o ser humano a se sentir capaz de analisar, ser autônomo, ser capaz de tomar decisões e ter opiniões próprias [ALA 2002]. Uma forma de refletir é pensar expondo as dificuldades, os sentimentos, os acontecimentos, trocando informações e buscando o raciocínio. Refletir e articular leva à certeza do conhecimento adquirido e ajuda a adquirir novos conhecimentos. Assim fica fácil aprender e melhorar a auto-imagem [MAT 2003]. O estudante assimila melhor um conceito novo quando percebe que ele se baseia em aprendizagens anteriores, que ele já domina [BEM 2003].

6 Trabalhos Correlatos

Nesta seção serão apresentados brevemente alguns STIs e Companheiros Virtuais de Aprendizado encontrados na literatura. Estes foram escolhidos por utilizarem à abordagem de Agentes Pedagógicos Inteligentes.

Pudemos observar após este estudo que os agentes exercem papéis diferentes. Uns atuam como mediadores, tutores, ou conselheiros, enquanto que outros como aprendizes, ora cooperando, ora colaborando e ora competindo. Um outro ponto é que os STIs não possuem uma metodologia padrão de desenvolvimento, clara e estabelecida. Alguns agentes fornecem informações corretas e outras erradas ao estudante. Os STIs e agentes mais interessantes foram aqueles que abordaram conceitos relevantes no processo ensino-aprendizagem, tais como, *investigação*, *reflexão* e *articulação* e ABP (Aprendizado Baseado em Problema). Nos quadros abaixo veremos de forma mais detalhada os aspectos importantes observados durante este estudo.

Tabela 1. Quadro Comparativo dos Companheiros Virtuais de Aprendizado

Formatado

Agente Pedagógico	Pontos Fortes/Observações	Aplicação/Domínio	Ferramentas/Recursos
ADELE	<ul style="list-style-type: none">- executa no lado do cliente- roda em uma janela separada- possui exercícios colaborativos- usa diálogo- fornece relatórios de desempenho do estudante via Web- é baseado em ABP (Aprendizado Baseado em Problema)	<ul style="list-style-type: none">- estudo de diagnósticos clínicos, treinamento de cuidados de traumas da sala de emergência e estudo de oncologia para a prática dos familiares do paciente.	<ul style="list-style-type: none">- Applet Java- STI em Emultek's RAPID.
DÓRIS	<ul style="list-style-type: none">- direciona o aprendizado individual- possui um agente com o comportamento cognitivo e reativo- possui recursos de Áudio	<ul style="list-style-type: none">- estudo de domínio genérico	<ul style="list-style-type: none">- <i>Microsoft Agent Character Editor com Borland Delphi 4.0</i> e o componente <i>Microsoft Agent 2.0</i>.
LECOBA	<ul style="list-style-type: none">- possui 2 agentes: um mais expert e um menos expert do que o estudante (o mais expert gerou rejeição e o menos expert falta de paciência dos estudantes)- aborda que é mais fácil aprender ensinando.- usa interação motivada e livre- possui uma janela de aprendizado na interface com o objetivo de uso da reflexão (estudante, tutor e companheiro virtual)	<ul style="list-style-type: none">- estudo de Álgebra Booleana Binária	<ul style="list-style-type: none">- ?
SMART EGG	<ul style="list-style-type: none">- direciona o aprendizado Individual na Web- faz papel de tutor- faz parte do STI SQLT-Web	<ul style="list-style-type: none">- estudo de SQL	<ul style="list-style-type: none">- Applet Java- Common Lisp (CL)- HTTP Server
LUCY	<ul style="list-style-type: none">- possui aprendizado através de diálogo, com reflexão do estudante, articulação de ações passadas e intenções futuras.- fornece informações corretas e incorretas no diálogo para verificar a reflexão do estudante.- possui colaboração- possui questões pré-definidas para uso da ferramenta de diálogo- faz parte do STI PROPA	<ul style="list-style-type: none">- estudo dos Satélites	
COSMO	<ul style="list-style-type: none">- usa fala	<ul style="list-style-type: none">- estudo de roteamento de pacotes em redes de computadores	<ul style="list-style-type: none">- Microsoft Game Software Developer's Kit (SDK)- C++

Tabela 2. Quadro Comparativo dos STIs

STI	Pontos Fortes/Observações	Aplicação/Domínio	Ferramentas/Recursos
ELETRO-TUTOR (JADE)	- possui múltiplos agentes - usa cooperação	- estudo de conceitos sobre eletricidade	- Applet JAVA - RMI
WHAT	- possui agentes maliciosos - usa colaboração - os estudantes não sabem quem é o companheiro virtual	- desenvolvimento de habilidades de programação em Haskell e treinamento do trabalho em equipe	
AMICO	- usa competição - usa cooperação - usa colaboração - usa diálogos - possui companheiro menos expert que o estudante - usa lista de justificativas ou composição de sentenças matemáticas pré-definidas	- estudo de álgebra através de soluções de exercícios em linguagem natural, algébrica e numérica	-JAVA
SCI-WISE	- possui 3 agentes conselheiros (cognitivo, de tarefa e social) - aborda o ciclo de investigação. - faz uma análise do trabalho em grupo e da mente - detecta conflitos, levando a reflexão (Think Tools)	- pesquisa de projetos em física e biologia - trabalho com crianças em desvantagens acadêmicas	

EH PRECISO COLOCAR AS REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS NAS DUAS TABELAS. FAÇA REFERENCIAS AS TABELAS NO TEXTO.

A partir destes estudos podemos concluir que a utilização de Companheiros Virtuais de Aprendizagem ainda é recente e tem muitos caminhos a trilhar. Desta forma, observamos as vantagens e os pontos fortes na implementação de cada um dos CVAs, acima citados, e esperamos aplicar alguns destes pontos fortes (uso da reflexão, uso da colaboração, fornecimento de relatórios de desempenho, execução do lado do cliente) adequadamente `a construção do PMBOK-CVA .

7 Solução Proposta

Nossa proposta ao construir um Companheiro Virtual de Aprendizado, o PMBOK-CVA, é tornar a ferramenta PMBOK Easy mais proveitosa. O PMBOK-CVA deverá ser capaz de orientar e avaliar o estudante para que ele consiga atingir como meta de aprendizado pelo menos 68,5% de acertos dos testes propostos no PMBOK Easy. Este percentual é o exigido pelo PMI para se obter a certificação de PMP.

Atualmente o PMBOK Easy possui a interface apresentada na Figura 1.

Excluído:

Excluído:

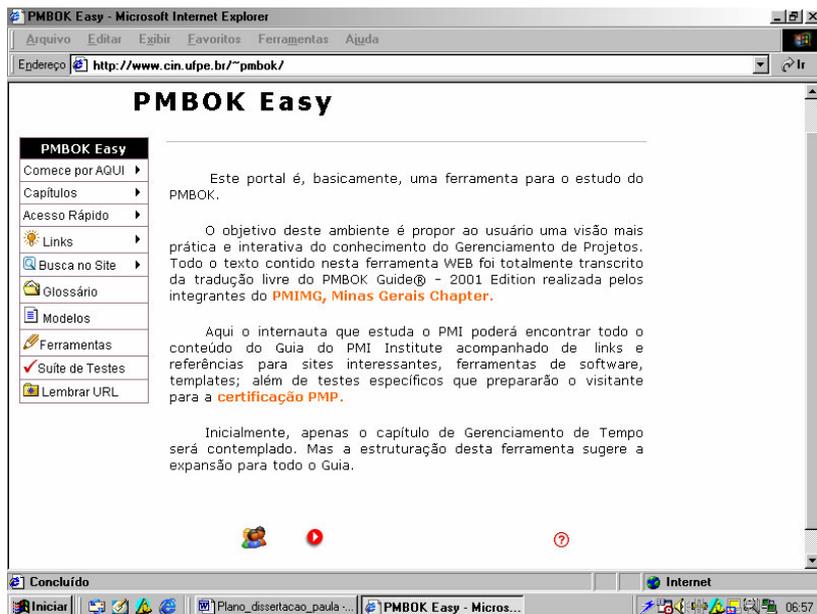


Figura 1. Interface do PMBOK Easy – Tela Inicial.

Formatado

Excluído: IGURA 1 -

Alguns itens da Figura 1 possuem outros subitens:

- Comece por AQUI possui os subitens: Conheça o PMBOK Easy e Como usar a ferramenta? (respectivamente mostra toda a estrutura do PMBOK Easy e explica como utilizar a ferramenta)
- Capítulos possui o subitem: Gerência do Tempo (O único disponível atualmente e se refere ao capítulo VI do PMBOK Guide® [PMI 2000], que descreve os processos necessários para assegurar que o projeto termine dentro do prazo previsto. Este capítulo é composto pelos tópicos definição das atividades, seqüenciamento das atividades, estimativa da duração das atividades, desenvolvimento do cronograma e controle do cronograma.)
- Acesso Rápido possui os subitens: Introdução sobre o Capítulo Gerência do Tempo (apresenta os seus tópicos) e Quadro Geral (apresenta os tópicos e subtópicos do capítulo estruturado em quadros)
- Links possui os subitens: Índice Geral (links para todo o conteúdo do PMBOK Easy); Portais PMI (links para portais no Brasil e no exterior) e Destaques (links para os centros autorizados no Brasil e PMI Institute)

Com a implementação do PMBOK-CVA forneceremos algumas funcionalidades e ferramentas que julgamos necessárias para o aproveitamento do PMBOK Easy, tais como:

- Progresso (relatórios de desempenho do estudante)
- Caixa de Explicação (janela para exercícios de preenchimento das lacunas em branco pelo estudante estimulando o uso da *reflexão*)
- Personagem Animado (com várias caricaturas, de acordo com suas emoções de satisfação ou de insatisfação, surpresa, crítica e companheirismo)
- Caixa de Diálogo (balão usado pelo personagem para a aparência de mensagens de acordo com a ação tomada pelo agente)

- Ativação/Desativação do CVA (em algum momento, o estudante pode querer ou não a presença do personagem animado e assim poderá ativá-lo ou desativá-lo)

Na figura 2 abaixo, baseado em Goodman, Soller, Linton e Gaimari [GOO 1998], relacionamos alguns tipos de interação importantes entre o CVA e o estudante que serão aplicadas com o auxílio destas funcionalidades e ferramentas que acima citamos:

<i>Interação</i>	<i>Efeito Pedagógico</i>
Crítica	Reflexão
Explicação	Articulação
Questionamento	Articulação
Avaliação	Reflexão
Articulação	Articulação
Justificativa	Articulação

FIGURA 2: Tipos de interações e seu efeito pedagógico

Este CVA será um agente *híbrido* e se comportará como agentes que possuem uma estrutura baseada nas arquiteturas de agentes *deliberativos e reativos*. O CVA possuirá as seguintes propriedades: *autonomia, comportamento colaborador, pró-atividade, flexibilidade, habilidade de comunicação ao nível de conhecimento, capacidade de inferência, continuidade temporal, personalidade e adaptabilidade*.

A arquitetura clássica de STI que contém modelo do estudante, módulo pedagógico, base de conhecimento do domínio e módulo de comunicação será a inspiração para a arquitetura do PMBOK-CVA (Figura 3).

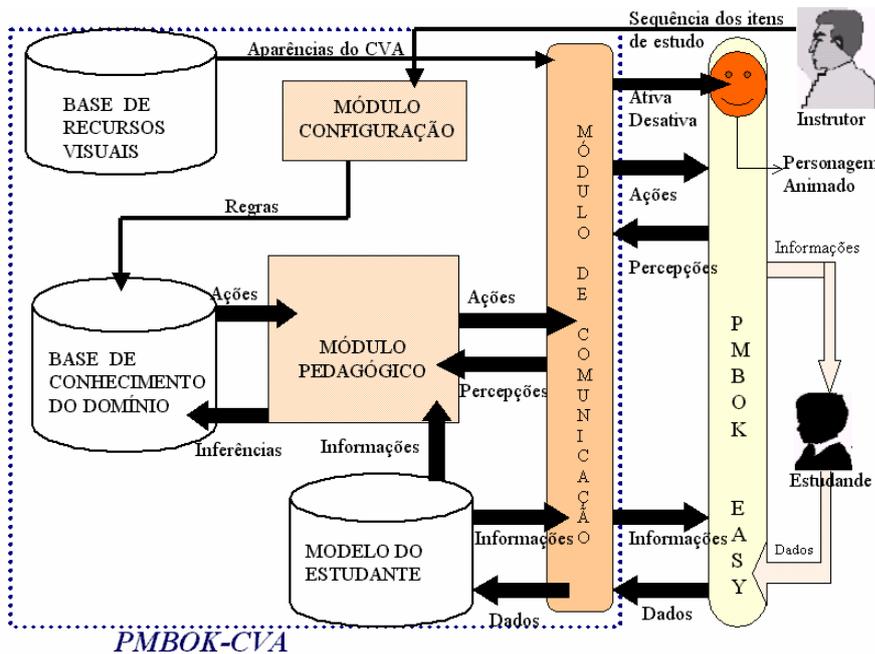


FIGURA 3: Arquitetura do PMBOK-CVA e as interações entre os seus componentes

O que caracteriza um agente, são as interações que este realiza com o ambiente e, também, quais e como são os processos internos que possibilitam a realização destas interações. Entendemos arquitetura do agente como sendo a especificação de quais e como são estes processos internos.

Classificaremos como processos internos do CVA, o processo de aquisição dos dados do estudante; o processo da inferência à base de conhecimento para a tomada da correta ação pelo CVA; o processo do fornecimento de informações ao estudante; o processo de captação das percepções do ambiente pelo CVA. A seguir, relataremos as interações entre os componentes que fazem parte destes processos internos de acordo com a arquitetura proposta.

O modelo do estudante é um componente que registra as informações sobre o estudante. Estas refletem a crença do sistema sobre o atual estado de conhecimento do estudante. Ele deve adaptar as instruções às peculiaridades do estudante e às necessidades de aprendizado. Sem este conhecimento, o componente pedagógico não tem base para tomar decisões e força o tratamento similar de todos os estudantes. Os projetistas têm a tendência de colocar mais informações no modelo do estudante do que o módulo pedagógico pode usar.

Para poder registrar o entendimento do estudante do domínio, o modelo do estudante pode também incluir mais informações pedagógicas gerais sobre o estudante, como preferências, conteúdo visitado, respostas, testes e retenção. A retenção mede quanto tempo e o número de vezes que ele usou o material. O ponto de parada de estudo do estudante será registrado para que posteriormente ele possa retomar seu estudo a partir deste ponto, caso deseje. As mensagens e os recursos utilizados pelo agente (por estudante) serão armazenados nesta base de dados.

O modelo do estudante armazena as informações individuais de cada estudante e provê informações para o módulo pedagógico. Entre estas informações está o modelo mental do estudante que são subconjuntos de atributos que possuem valores de acordo com as ações do estudante. A informação rica fornecida nos diálogos de aprendizagem do companheiro deverá ser extraída sobre a atualização do modelo do estudante.

O módulo pedagógico determina quais aspectos do conhecimento do domínio devem ser apresentados para o estudante. Deveremos nos preocupar com a definição e a seleção de estratégias e metas para facilitar o aprendizado. Este módulo proverá um modelo de processo de aprendizado. As decisões e estratégias pedagógicas (preocupação em STI) refletem diferentes necessidades para cada estudante de acordo com o modelo do estudante que é usado de entrada para este componente.

O módulo de comunicação faz a interação do CVA com o ambiente (PMBOK Easy). Ele capta as percepções do ambiente e executa as ações impostas pelo módulo pedagógico. Ele é o responsável por apresentar informações ao estudante sobre o seu desempenho (relatórios), apresentar as janelas de diálogo e explanação, ativar e desativar o personagem animado e fornecer os dados para o modelo do estudante.

O módulo de conhecimento do domínio, no modelo clássico de STI, contém as informações que o tutor está ensinando. Estas informações estarão contidas na base de conhecimento do domínio em nosso CVA. A base de conhecimento do domínio será formada pelos seguintes elementos:

- base de testes: contém informações dos testes que serão efetuados na caixa de explanação;
- base de respostas: contém as respostas do estudante;
- base de mensagens: contém perguntas, dicas e lembretes utilizados pelo agente na interação com o estudante;
- base do expert: contém as informações do estudante modelo.

A base de recursos visuais é formada pelos elementos usados para formar a aparência do agente, como imagens para composição de sua aparência física. Nesta base estão armazenadas as

animações ativadas de acordo com o estado emocional do agente. A aparência do agente é ativada pelo módulo de comunicação no ambiente, desde que o CVA esteja ativado, de acordo com a ação do módulo pedagógico.

As informações fornecidas ao estudante se referem ao seu desempenho, seu progresso, e são extraídas do modelo do estudante. As ações fornecidas ao ambiente pelo CVA são também consideradas informações, porém estão relacionadas às estratégias e decisões pedagógicas do CVA.

Levaremos em conta ao construir o agente as lições aprendidas por Johnson, Shaw e Ganeshan [JOH et al. 1999]:

- Agentes pedagógicos precisam de conhecimento de domínio suficiente para suportar os diálogos instrutivos antecipados.
- Um comportamento do agente e a aparência realçam a percepção da *expertise* no agente.
- Usuários podem reagir para os agentes de modos inesperados, então protótipo e experiências são essenciais na construção de agentes.

O desenvolvimento do CVA seguirá, baseado em Levine, Drang e Edelson [LEV et al. 1998], as seguintes etapas: (1) Identificação, onde caracterizamos o problema e definimos o domínio; (2) Conceituação, onde construímos os conceitos para representar o conhecimento, o objetivo, as metas e as estratégias; (3) Formalização, onde projetamos as estruturas para formalizar a conceituação (modelagem, construção da base de conhecimento); (4) Implementação, onde implementaremos o projeto para o desenvolvimento do CVA; (5) Testes, onde validaremos as regras; (6) Revisão, onde faremos a revisão do protótipo, por ser uma implementação complexa.

Para implementar o CVA a sugestão é de se utilizar a linguagem Java, que é baseada em conceitos que são particularmente adequados para o desenvolvimento de agentes inteligentes. Entre eles, o conceito de linguagem fortemente orientada a redes e à independência de plataforma. Além destas características, a linguagem Java tem as facilidades de ser integrada a vários sistemas de representação de conhecimento e raciocínio (JESS³, JEOPS⁴) que são fundamentais para a construção do CVA.

8 Metodologia

Nesta seção serão descritas as tarefas (Tx) a serem cumpridas até o término do projeto. Seguiremos a seguinte seqüência de atividades:

T1: Revisão bibliográfica e Definição do Problema – Esta etapa está no momento sendo realizada. Aqui estamos entendendo o domínio, conhecendo os objetos e fatos para depois formalizar o conceito.

T2: Descrição da Solução Proposta (Conceituação) - Esta etapa está no momento sendo realizada. Em paralelo com a atividade T1 estamos definindo a ontologia do domínio, ou seja, a lista informal de conceitos, onde decidiremos o vocabulário a ser utilizado de predicados, funções e constantes. Esta etapa se assimila à de análise de requisitos em Engenharia de Software.

³ <http://herzberg.ca.sandia.gov/jess/> - Site do JESS (Java Expert System Shell)

⁴ <http://www.di.ufpe.br/~jeops/> - Página principal do JEOPS (Java Embedded Object Production System)

T3: Modelagem do Comportamento do CVA - Nesta etapa descreveremos o comportamento do CVA de acordo com as metas, estratégias e conceitos definidos na ontologia do domínio. Codificaremos o conhecimento geral sobre o domínio, escrevendo sentenças lógicas ou axiomas sobre os termos na ontologia. Codificaremos ainda regras e instâncias específicas e transformaremos consultas em procedimentos de inferência.

T4: Definição do personagem do Companheiro Virtual - Nesta etapa definiremos as aparências do personagem do CVA, de acordo com seus estados emocionais, que serão apresentadas ao estudante.

T5: Definição das ferramentas – Nesta etapa serão definidos os formatos das seguintes ferramentas: caixa de diálogo e caixa de explanação. Definiremos também o formato e conteúdo dos relatórios de progresso do estudante.

T6: Implementação do Companheiro Virtual – Nesta etapa estaremos fazendo a construção da arquitetura proposta e a implementação de todas as funcionalidades do CVA.

T7: Testes e Revisão do Protótipo – Nesta etapa, além dos testes do funcionamento do CVA, estaremos efetuando os testes da utilização do CVA por alguns grupos de estudantes, e paralelamente ao teste, estaremos revisando e ajustando o protótipo.

T8: Análise dos resultados obtidos – Nesta etapa analisaremos os resultados do desempenho de aprendizado de estudantes que utilizaram e dos que não utilizaram o CVA no ambiente PMBOK Easy.

T9: Escrita da Dissertação

T10: Publicação de Artigos em Fóruns Relevantes

T11: Defesa

9 Cronograma

	JUN/03	JUL/03	AGO/03	SET/03	OUT/03	NOV/03	DEZ/03	JAN/04	FEV/04	MAR/04	ABR/04	MAI/04	JUN/04	JUL/04	Ago/04	
T1																
T2																
T3																
T4																
T5																
T6																
T7																
T8																
T9																
T10																
T11																

Referências

COLOQUE EM UMA TABELA COM DUAS COLUNAS.

[ALA 2002] Alarcão, I.; (2002). “Refletir na Prática”. *Revista Nova Escola*, Agosto 2002, pp. 45-47

- [ARA 2001] Araújo, E. P. e Tedesco, P. A.; (2001). "Utilizando Companheiros Virtuais de Aprendizado em Um Ambiente de Computação Musical". Trabalho de graduação do CIN - Centro de Informática da UFPE
- [BAR 2001] Barker, T. and Pilkington, R.; (2001). "Simulated Affectations of an Animated Pedagogical Agent". *Proceedings of Artificial Intelligence and Simulated Behaviour (AISB 2001) 01 Symposium on Emotion Cognition and Affective Computing, March 2001, ISBN: 1 902956 19 7*
- [BEC 1996] Beck, J., Stern, M. and Haugsjaa, E.; (1996) "Applications of AI in Education". ACM Crossroads, Fall 1996, pp. 11-15
- [BEN 2003] Bencini, R.; (2003). "Compreender, Eis a Questão". *Revista Nova Escola*, Março 2003, pp. 48-50
- [BOL 2002] Bolzan, W. e Giraffa, L. M. M.; (2002). "Estudo Comparativo sobre Sistemas Tutores Inteligentes Multiagentes Web". *XII Seminário de Computação da Universidade Federal de Blumenau*, pp. 215-228
- [Boud et al. 1985] Boud, D., Keogh, R. and Walker, D.; (1985). "Promoting Reflection in Learning: a Model," in *Reflection: Turning Experience into Learning*. D. Boud, R. Keogh, and D. Walker (eds): Kogan Page, pp. 18-40.
- [DEV 2000] Devedzic, V. and Harrer, A.; (2000). "Architectural Patterns in Pedagogical Agents". Gautwer, G., Frasson, C. e Vanlehn, K. (eds.). *Anais da 5ª Conferência Internacional Intelligent Tutoring System (ITS 2000)*. Lecture Notes in Computer Science, 1839, Springer Verlag, pp. 123-132
- [FRA 1996] Franklin, S. e Graesser, A.; (1996). "Is it an Agent, or just a Program? A Taxonomy for Autonomous Agents". *Proceedings of the Third International Workshop on Agent Theories, Architectures and Languages (ATAL 1996)*, Springer-Verlag, pp. 21-35
- [FREI 1970] Freire, P.**
- [GOO 1998] Goodman, B., Soller, A., Linton, F. and Gaimari, R.; (1998). "Encouraging Student Reflection and Articulation using a Learning Companion". *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, vol(9): 237-255
- [JOH 1997] Johnson, L., Shaw, E.; (1997). "Using Agents to Overcome Deficiencies in Web-Based Courseware". J. Rickel and J. Lester (eds). *Proceedings of the AI-ED Workshop on Pedagogical Agents, Kobe, Japan, August 1997*, pp. 48-55
- [JOH et al. 1999] Johnson, L., Shaw, E. and Ganeshan, R.; (1999). "Pedagogical Agents on the Web". *Proceedings of the Third Annual Conference on Autonomous Agents*, ACM Press, Seattle, WA, May 1999, pp. 283-290
- [LES et al. 1999] Lester, J.C., Towns, S. B. and Fitzgerald P. J.; (1999). "Achieving Affective Impact: Visual Emotive Communication in Lifelike Pedagogical Agents". *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, vol(10): 278-291
- [LEV et al. 1998] LEVINE, R., DRANG, D. e EDELSON, B.; (1998). "Inteligência Artificial e Sistemas Especialistas". McGraw-Hill
- [LOP 2002] López, N. Núñez, M., Rodrigues, I. and Rubio, F.; (2002). "Including Malicious Agents Into a Collaborative Learning Environment". Cerri, S., Gouardères, G. e Paraguaçu, F. (eds.). *Anais da 7ª Conferência Internacional Intelligent Tutoring System (ITS 2002)*. Lecture Notes in Computer Science, 2363, Springer Verlag, pp. 51-60
- [MAT 2003] Matos, C.; (2003). "A Turma Precisa Ter Um Bom Autoconceito", *Revista Nova Escola*, Março 2003, pp. 58-59
- [MIT 2000] Mitrovic, A., Suraweera, P.; (2000). "Evaluating an Animated Pedagogical Agent". Gautwer, G., Frasson, C. e Vanlehn, K. (eds.). *Anais da 5ª Conferência Internacional Intelligent Tutoring System (ITS 2000)*. Lecture Notes in Computer Science, 1839, Springer Verlag, pp. 73-82

- [PMI 2000] P.M.I. Standards Committee. (2000). “A guide to the project management body of knowledge. P.M.I. Publications. U.S.A. Four Campus Boulevard, Newton Square. PA 19073- 3299 USA. pp. 65-81
- [RAS et al. 2002] Rasseneur, D., Delozane, E., Jacoboni, P. and Gugeon, B.; (2002). “Learnig with Virtual Agents: Competition and Cooperation in AMICO”. Cerri, S., Gouardères, G. e Paraguaçu, F. (eds.). Anais da 7^a **Conferência** Internacional *Intelligent Tutoring System (ITS 2002)*. Lecture Notes in Computer Science, 2363, Springer Verlag, pp. 61-70
- [RUS 2003] RUSSEL, S., NORVIG, P.; (2003). “Artificial Intelligence A Modern Approach”. Prentice Hall
- [SAN et al. 2002] Santos, C., Forzza, R., Dhamer, A. e Gaspar, L.; (2002). “Dóris – Pedagogical Agent in Intelligent Tutoring”. Cerri, S., Gouardères, G. e Paraguaçu, F. (eds.). Anais da 7^a **Conferência** Internacional *Intelligent Tutoring System (ITS 2002)*. Lecture Notes in Computer Science, 2363, Springer Verlag, pp. 91-104
- [SAN 2002] Santos, F.; (2002). “As Lições do Mestre Felipão”. *Revista Nova Escola*, Agosto 2002, pp. 49-50
- [Self et al. 2000]
- [SIL 2002] Silveira, R. A. and Vicari, R. M.; (2002). “Developing Distributed Intelligent Learning Environment with JADE – Java Agents for Distance Education Framework”. Cerri, S., Gouardères, G. e Paraguaçu, F. (eds.). Anais da 7^a **Conferência** Internacional *Intelligent Tutoring System (ITS 2002)*. Lecture Notes in Computer Science, 2363, Springer Verlag, pp. 105-118
- [TED 2001] Tedesco, P. A.; (2001). “Mediating Meta-Cognitive Conflicts in Group Planning Situations”; Tese de Doutorado, Computer Based Learning Unit, The University of Leeds
- [URE 2000] Uresti, J.; (2000). “Should I teach my computer peer? Some issues in teaching a learning companion”. Gautwer, G., Frasson, C. e Vanlehn, K. (eds.). Anais da 5^a Conferência Internacional *Intelligent Tutoring System (ITS 2000)*. Lecture Notes in Computer Science, 1839, Springer Verlag, pp. 103-112.
- [WEI 1999] WEISS, G.; (1999). “MultiAgent Systems A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence”. **Weiss, G. (ed.)**
- [WHI et al. 1999] White, B. Y., Shimoda, T. A. and Frederiksen, J. R.; (1999). “Enabling Students to Construct Theories of Collaborative Inquiry and Reflective Learning”. *International Journal of Artificial Intelligence in Education* , vol(10): 151-182
- [**ref. Efeito peer tutoring???**]