
Construindo um Sistema Tutor Inteligente para suporte ao ensino de Matemática Financeira: da modelagem à validação

Pedro Willibaldo Schuck
Pedrao@unisc.com.br
Universidade de Santa Cruz - UNISC
PPGCC/PUCRS

Lucia Maria Martins Giraffa^[1]
giraffa@inf.pucrs.br
Pontifícia Universidade Católica do
RS/PUCRS
PPGCC/PUCRS

Resumo

A pesquisa em STI (Sistemas Tutores Inteligentes) vem sendo desenvolvida com uso de diferentes abordagens e técnicas. A parte mais difícil do projeto está associada à modelagem do aluno. Existe uma distância entre o que efetivamente inferimos do comportamento do aluno e o que realmente acontece quando ele pensa. A modelagem do aluno está diretamente conectada com o comportamento do tutor, gerando uma coreografia associada às interações. De maneira a contribuir para as discussões e pesquisa no que tange ao projeto e construção de STI, este artigo apresenta a modelagem do MATFIN- Um assistente inteligente para suporte ao ensino de Matemática Financeira e discute algumas questões envolvendo o projeto e a implementação de STI. São também apresentados os resultados da validação do sistema em situação de sala de aula real.

Palavras-chave: Sistemas Tutores Inteligentes, Ambientes de Ensino-aprendizagem Inteligentes, Modelagem de Aluno.

1.Introdução

Os STI (Sistemas Tutores Inteligentes) são *software* que incorporam técnicas de IA no seu projeto e implementação. Aqueles diferem dos demais programas educacionais pela simular o processo do pensamento humano, dentro de um determinado domínio, para auxiliar em estratégias nas soluções de problemas ou nas tomadas de decisões [2]. Sua arquitetura tradicionalmente considera os seguintes módulos funcionais: base do domínio (conteúdo), modelo do aluno, módulo de estratégias de ensino, interface e controle. A construção de um STI é uma tarefa complexa pois a coreografia necessária para que todos seus módulos funcionem adequadamente demanda tempo e complexidade para seu projeto e execução.

Uma questão importante para todo que deseja construir um STI é cercar-se de uma equipe interdisciplinar que auxilie no projeto e desenvolvimento de todo o volumoso conjunto de tarefas que devem ser observadas a fim de garantir qualidade pedagógica e técnica ao produto final. Neste artigo apresentamos o resultado de um projeto desenvolvido no período de 2 anos, para construção de um STI voltado ao ensino de Matemática Financeira. O conjunto de estratégias de ensino e a modelagem do aluno utilizadas no sistema foi baseado na metodologia desenvolvida pelo primeiro autor ao longo dos 17 anos de docência na disciplina de Matemática Financeira. O sistema possui como público alvo alunos do 3º grau nos cursos de Administração de Empresas, Ciências Contábeis, Economia, Licenciatura em Matemática, Bacharelado em

Matemática, Ciências da Computação, Engenharia de Produção, Engenharia Agrícola e Turismo. A proposta se concentra em mostrar a dinâmica entre a modelagem do aluno e o tutor que busca auxiliá-lo na sua tarefa de aprender, através de múltiplas estratégias que mudam conforme a percepção do tutor acerca do estágio cognitivo corrente do aluno.

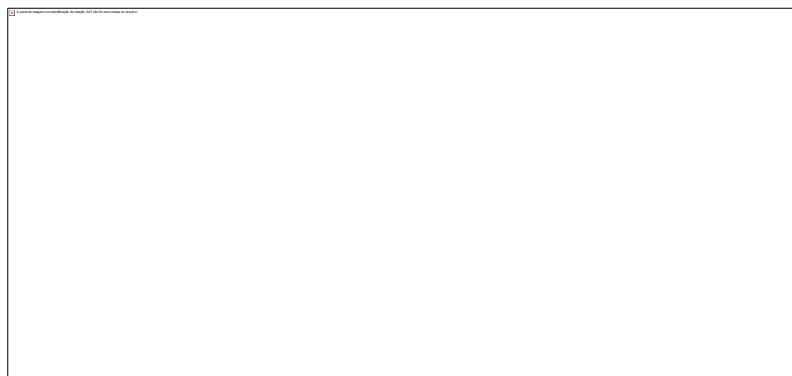
Além do público-alvo considerado (alunos da disciplina), uma grande parcela da população está diariamente envolvida em situações onde os conhecimentos básicos de Matemática Financeira são necessários. No momento em que estamos imersos num ambiente onde a aquisição de produtos é fortemente incentivada por persuasivos comerciais sugerindo interessantes facilidades para a aquisição de bens de consumo, é importante que sejam difundidos aplicativos que possibilitem às pessoas analisarem a transação que pretendem efetuar e/ou permitam a conferência dos valores envolvidos.

Este artigo está dividido em 5 seções. A seção 2 apresenta algumas considerações sobre modelagem do aluno. A seção 3 apresenta as estratégias de ensino e como estas são selecionadas pelo sistema. A seção 4 apresenta o detalhamento do ambiente do MATFIN. A seção 5 apresenta as considerações finais e os trabalhos futuros. A seção 6 apresenta referências bibliográficas utilizadas no desenvolvimento deste artigo.

2.A modelagem do aluno

O MATFIN é um programa educacional para suporte ao ensino do conteúdo específico da disciplina de Matemática Financeira. É um sistema que se propõe a auxiliar o processo de fixação destes conteúdos utilizando exercícios e exemplos através de uma interface onde são apresentados diferentes problemas tendo como contexto situações do cotidiano.

A base do domínio contém exercícios cujo conteúdo é a amortização de empréstimos



com pagamentos constantes. A figura 1 mostra a arquitetura do MATFIN.

Fig. 1 - A Arquitetura do assistente MATFIN

As ações do aprendiz (enquanto ele busca as soluções dos desafios apresentados), são observadas, registradas e analisadas pelo sistema. A base do domínio é composta por exercícios. Estes desafios, que serão apresentados ao aprendiz, estão classificados dependendo da complexidade envolvida na solução (número de operações matemáticas) e também consideradas a quantidade de informações necessárias para elaborar esta solução (pré-requisitos).

O sistema oferece uma série de dispositivos de ajuda para que o aluno possa fazer frente às possíveis dificuldades que poderão se apresentar. Estas ajudas, que variam desde dicas gerais sobre o assunto até a solução passo a passo de uma questão específica, são solicitadas pelo usuário na medida em que surgem as dúvidas que impeçam a continuidade dos trabalhos. As mensagens caracterizam-se por permitirem

um aprofundamento em tópicos do conteúdo através do recurso de *hiperlinks*. A partir do momento em que um exercício é apresentado ao aluno, é disponibilizada uma calculadora para que este possa trabalhar. Esta calculadora foi especialmente projetada para este sistema e o seu detalhamento está na seção 4. A calculadora armazena a seqüência de teclas (dígitos e operações) utilizadas pelo aluno. Estas informações constituem-se numa fonte de informações sobre o desempenho do aluno. Estas informações são dados importantes para o sistema e ajudam no processo que visa inferir se a construção da aprendizagem está ocorrendo de modo satisfatório. A observação e a análise da seqüência de teclas utilizada pelo aluno auxilia na identificação dos possíveis erros cometidos quando o resultado encontrado não estiver correto. O resultado desta análise é relatado ao aluno e os tipos de erros são registrados no módulo do aluno e consideradas pelo sistema durante a continuidade dos trabalhos. O modelo de aluno utilizado pelo MATFIN é do tipo estereótipo já que o desempenho mostrado durante a resolução de uma determinada questão define se o tipo de exercício a ser apresentado na etapa seguinte deve ser repetido ou se deve ocorrer um incremento no nível de exigência do desafio.

A modelagem do aluno se dá através do registro do desempenho desse aluno através dos eventos que ocorrem durante a interação deste com o sistema. É feito de forma incremental e atualizado à cada ação realizada pelo aluno. As informações contidas neste módulo servem para subsidiar a escolha da tática a ser adotada num determinado momento da interação. Possui respectivamente informações estáticas e dinâmicas sobre o usuário e suas atividades.

O modelo do aluno pode ser visualizado como uma tabela onde a coluna da esquerda indica os eventos que serão controlados e as colunas são encabeçadas pelos rótulos das questões da base de exercícios. As células (interseção de linhas com colunas) irão conter o número de ocorrências de um evento ou marcas indicativas (Verdadeiro ou Falso). Estes registros são modificados em função das atividades que ocorrem durante a interação entre o aluno e o sistema.

Segue um exemplo (figura 2) de uma pequena área de armazenamento de informações do modelo de aluno. Esta base tem o número de linhas ampliado em função das necessidades que forem surgindo por ocasião do detalhamento absoluto das atividades do assistente.

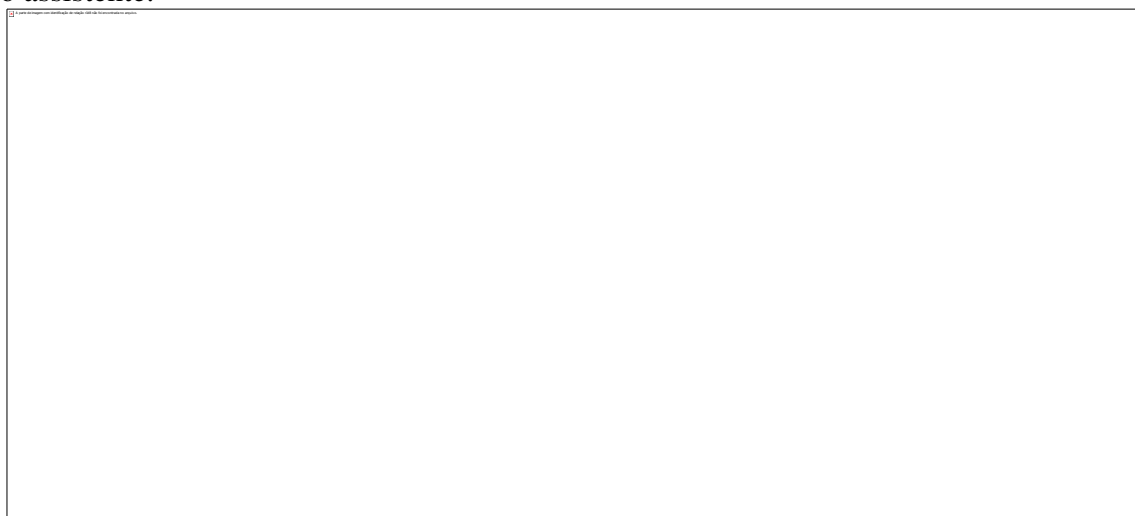


Fig. 2 - Modelo do aluno no- MATFIN

Com as informações desta tabela podem ser verificadas e controladas as atividades que já foram executadas pelo aluno, o tempo gasto para encontrar a solução correta, o tipo de erro que foi cometido em cada questão, quais estratégias foram utilizadas em cada

questão, enfim, são registradas todas as informações que sirvam de subsídios para que o assistente ofereça um atendimento personalizado ao aprendiz.

3.As estratégias de ensino

Durante a interação tutor-aluno são utilizadas diferentes estratégias de ensino com o objetivo de auxiliar o aluno a refletir e analisar os resultados oriundos de sua tomada de decisão.

A escolha do procedimento a ser adotado, num determinado instante da interação, deverá considerar as informações contidas no módulo do aluno. Após a aplicação de uma estratégia, por parte do assistente, temos então o modelo de aluno modificado uma vez que, o estado cognitivo percebido por este deve alterar-se (parte dinâmica). Durante a interação o sistema considera que a resolução de cada uma das questões obedece uma seqüência lógica de etapas que devem ser cumpridas corretamente. Devem ser considerados também quais os recursos que foram disponibilizados em cada etapa. Cabe lembrar que o domínio escolhido possui como característica a seleção e aplicação de fórmulas adequadas para cada problema. Foram selecionadas as seguintes estratégias: guia, assistente e facilitador. A tabela I apresenta as estratégias e sua forma de atuação. Esta estratificação foi baseada no trabalho de [2;3].

Tabela I - Tipos de estratégias e atuações

Estratégias	Atuação	Período de atuação
Guia	Direta	Atua ocasionalmente ou quando solicitado
Assistente	Semi-direta	Atua ocasionalmente
Facilitador	Indireta	Após solicitação do aprendiz

Para cada estratégia temos um conjunto de táticas de ensino associadas. São elas: apresentação de exemplos, oferecimento de ajuda em diferentes graus, envio de sinais de alerta (visíveis e sonoros) e disponibilização de mensagens. Dependendo da situação, o conteúdo das mensagens é diferente e produz tipos de auxílios diferenciados para o aprendiz. Busca-se, assim, criar uma situação favorável para que ocorra a aprendizagem do(s) conteúdo(s) trabalhados no exercício selecionado. Os comportamentos de guia, assistente e facilitador são modelados para permitir diferentes oportunidades de reflexão do aluno. Estas estratégias constituem-se, segundo [1], nos planos que definem as formas com as quais o aluno vai se deparar com o material educacional. A tabela II, apresenta um exemplo desta associação.

Tabela 2 - Exemplo de estratégias e táticas associadas.

Estratégias	Contexto	Tática de Ajuda	Tática de Avisos
Guia	O aluno usou a fórmula errada na solução	Solução do problema passo-a-passo.	“Revise a fórmula para o cálculo da taxa”
Assistente	Dados incorretos foram usados na calculadora	Mostra o que foi digitado na calculadora.	“Verifique os valores digitados”
Facilitador	A taxa está incorreta	Mostra o fluxo de caixa da questão.	“A taxa é de 4%/a/m.”

Observa-se que a tática de utilizar avisos e mensagens de ajuda são utilizadas pelas estratégias de guia, de assistente e de facilitador. O fato que caracteriza a diferença é o

argumento (conteúdo) enviado ao usuário. Para selecionar a estratégia mais adequada diante de um erro cometido pelo aprendiz, são considerados os seguintes elementos:

- Que tipo de erro foi cometido ou o tipo de ajuda solicitado - Os erros que podem ser cometidos pelos usuários do sistema são divididos em diversos tipos. São analisados em particular a inserção correta dos valores da questão apresentada, a utilização correta de fatores financeiros como a taxa unitária e o fator de capitalização, além dos procedimentos corretos quanto à utilização da calculadora. Os erros são ainda classificados como erros graves ou leves.

- O número de vezes que determinado erro ou pedido de ajuda ocorreu ou foi solicitado.

- O desempenho do aluno numa escala de 0 a 10 – Basicamente o desempenho do aluno será tão melhor quanto menos ajudas forem solicitadas, quanto menos questões de um mesmo tipo forem necessárias até encontrar a resposta correta e quanto menos tentativas forem efetuadas para solucionar uma mesma questão.

As ajudas solicitadas, o número de questões e o número de tentativas que o aluno necessitou para encontrar a resposta correta da questão proposta, estão associadas com a perda ou ganho de pontos. O número de pontos a serem considerados pelo sistema, os parâmetros que definem se determinado desempenho é fraco, bom ou ótimo, e a definição para que um erro seja considerado grave ou leve são parametrizados. O sistema inicia com valores considerados *default*, e podem ser modificados pelo professor da disciplina. Com isto a estratégia a ser adotada pelo sistema, diante da ocorrência de erros cometidos, é norteadada por 18 regras básicas. A figura 3 mostra um esquema do conjunto de regras.

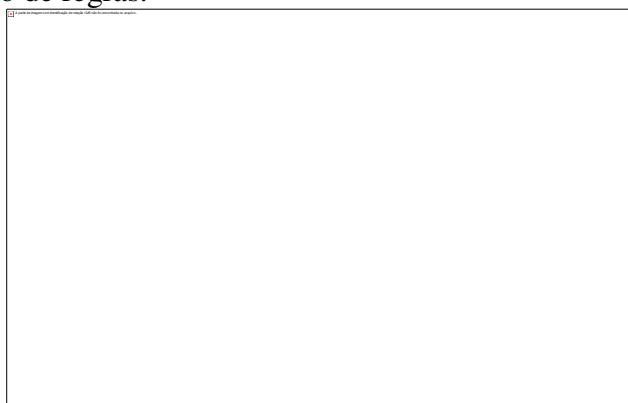


Fig. 3 - Malha tridimensional de regras

Se, ao analisar as atividades efetuadas na calculadora, foi constatado que um erro foi cometido em relação ao “fator de capitalização” da questão (considerado um erro grave). Se o assunto “fator de capitalização” já foi abordado por 3 (três) vezes e se o desempenho do aluno está sendo considerado como sendo ótimo, então, o sistema vai interagir com o aprendiz utilizando a estratégia de facilitador. De acordo com os parâmetros considerados, seria enviada uma mensagem do tipo “*O fator de capitalização é 1,05*”. No caso das regras apontarem para a estratégia de Assistente, a mensagem seria do tipo “*Verifique o fator de capitalização desta questão*”. Recomendada a estratégia de guia, seria revisado o processo para encontrar o fator considerado a partir da taxa utilizada no enunciado da questão. O assistente pode ainda optar por permanecer monitorando o aluno se julgar que não há necessidade de intervenção.

4. O ambiente do MATFIN

O passo inicial para a utilização do sistema é o Cadastramento. A identificação do usuário para o sistema ocorre com a inserção de informações básicas a serem utilizadas no processo de controle de atividades a serem desenvolvidas e permitem um tratamento diferenciado durante a interação aluno/tutor. A figura 4 mostra a interface utilizada pelo MATFIN.

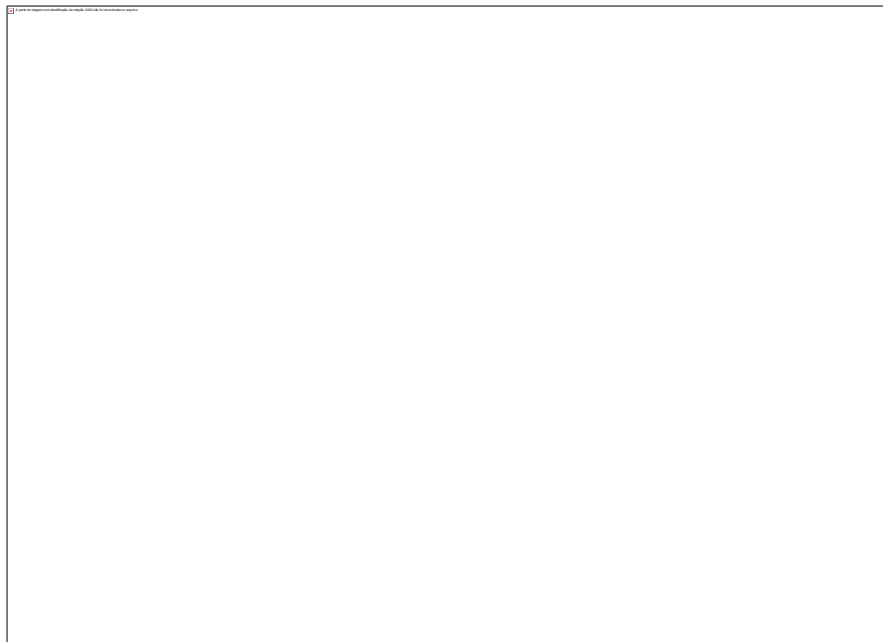


Fig. 4 – A Interface do MATFIN

A base do domínio (protótipo) contém 10 tipos diferentes de exercícios. O sistema ainda classifica cada exercício dependendo do nível de conhecimento necessário para ser resolvido.

O MATFIN formula então uma questão e observa as atividades do aluno junto à calculadora. Os valores, prazos e as taxas de cada exercício são gerados randômicamente para evitar a repetição de um cálculo já efetuado. A atividade seguinte permite ao aprendiz o uso da calculadora bem com a solicitação de ajudas através do menu específico. Na figura citada mostramos a interface principal do sistema onde aparecem o enunciado da questão gerada e o que foi digitado pelo aluno na busca do resultado (seção superior esquerda), a calculadora construída (seção superior direita), a análise do assistente sobre a digitação efetuada (seção inferior direita) e os gráficos mostrando o fluxo de caixa da questão e o seu respectivo equacionamento (nas seções inferiores à esquerda).

4.1. A calculadora do MATFIN

A proposta da calculadora é mais complexa do que sua simples utilização. Ela será utilizada como elemento de captação, registro e feedback para o aluno e para o assistente. Na sala de aula observamos que muitos dos erros cometidos pelos estudantes são decorrentes do uso incorreto da calculadora. São regras básicas conhecidas pelos alunos mas que são enviadas para o processador das máquinas de modo incorreto. Com isto, estabelece-se uma crença errônea por parte do aluno. Ele passa a acreditar que o motivo do resultado incorreto se deve ao fato de sua má interpretação da questão em relação a Matemática Financeira, quando, de fato, a geração do erro se deve a fatores externos ao conteúdo específico. É importante então que o estudante conheça a técnica a

ser utilizada com o equipamentos que utiliza, pois um procedimento (seqüência de teclas a serem pressionadas para resolver um cálculo) pode ser interpretado de maneira diferente em outra calculadora. Este fato deve ser considerado pelo MATFIN, pois o conteúdo a ser estudado depende de conhecimentos específicos sobre o assunto escolhido (Rendas Certas-Amortização de Empréstimos) e, ainda, de habilidades do aluno no que diz respeito ao manuseio dos equipamentos a serem utilizados para encontrar as respostas. Para que o sistema possa controlar este tipo de erro foi criada uma calculadora especial. O MATFIN possui mecanismos para a detecção do tipo de erro que foi cometido. Exemplificando com operações mais simples:

Para a expressão temos como resposta correta o valor 2. Valores diferentes indicam utilização incorreta das teclas (de dígitos ou de operação).

Na seqüência de teclas: $5 \times 8 / 5 + 15$ foi executado um erro de codificação da expressão. Há a necessidade do uso de parênteses ou de uso do recurso de memorização prévia (tecla de memória) do denominador da expressão.

Neste caso seriam enviadas mensagens que orientem o usuário quanto a utilização correta do equipamento. A dificuldade está em prever todas as possibilidades de erros possíveis. Se considerarmos os eventos onde os erros podem ser cometidos aos pares ou combinados em grupos de mais erros estabelece-se uma explosão combinatória de possibilidades difíceis de serem consideradas. Para controlar melhor este tipo de erro o MATFIN solicitará ao usuário que seja utilizada a calculadora disponibilizada pelo sistema. Observamos em várias oportunidades (ao lecionar a disciplina de Matemática Financeira) que a auto-estima do aluno é afetada quando não consegue atingir o seu objetivo (resposta correta) mesmo tendo certeza de que entendeu o conteúdo que havia sido apresentado na disciplina específica.

É um momento delicado e deve-se imediatamente verificar qual é a área que está em conflito. Confunde-se então o fato "não saber o conteúdo", com o fato "erro em função do uso inadequado da calculadora".

Esta atividade poderá ser auxiliada pelo assistente. Para evitar que o fato se repita há a necessidade de monitorar as teclas que estão sendo pressionadas pelo usuário e chamar a atenção deste no momento em que uma operação está sendo mal informada ou que um número está sendo informado de forma errada (uma inversão de dígitos por exemplo). Esta monitoração só é possível se o usuário está usando a calculadora do MATFIN que é monitorada pelo assistente. Se o erro causado pela inabilidade no uso de um equipamento pode ser detectado com precisão, então o assistente tem melhores condições de analisar e escolher a estratégia ou estratégias a serem adotadas no decorrer da interação.

Durante a interação são apresentadas questões para serem resolvidas pelo usuário e a partir deste momento o assistente funcionará como um observador do trabalho que o aluno passa a efetuar. A calculadora do MATFIN contém, além das teclas numéricas, as teclas das funções matemáticas requisitadas pelas fórmulas relacionadas aos problemas que serão apresentados.

No projeto foram inseridas duas áreas específicas que estarão disponíveis dependendo da etapa ou estágio da interação entre o tutor e o usuário. No estágio denominado de inicial (o assistente tem controle total sobre a escolha das questões a serem apresentadas ao aluno) é disponibilizada a calculadora com as operações normais. No estágio avançado (o aluno pode tanto selecionar questões específicas para serem revisadas como pode também analisar e escolher o melhor investimento dadas algumas condições) estão disponíveis as teclas denominadas de financeiras.

Os *cliques* do mouse sobre as teclas da calculadora funcionarão como 'sensores' das atividades e serão submetidos ao interpretador interno do sistema. Com isto, pode ser observada a inserção correta dos números (dados do problema) e a aplicação adequada dos operadores. Este fato permite, então, descobrir a fórmula que está sendo usada pelo aluno na busca da solução e conseqüentemente se a escolha e o raciocínio adotado estão corretos.

A calculadora do MATFIN tem em sua implementação uma função que efetua um controle das teclas que estão sendo pressionadas pelo aluno. A seqüência de teclas utilizadas é armazenada numa *string* que é objeto de análise do interpretador interno do sistema.

Este mecanismo interpretador possui diversos processos para inferir o que está sendo efetuado pelo aluno, no que diz respeito a busca da solução tendo como ferramenta a utilização da calculadora. Um dos processos utilizados é a verificação da seqüência de teclas que precedem e sucedem uma tecla de operação matemática.

Exemplificando:

Para o exercício dado como exemplo básico temos que a solução passa pela fórmula:



Pode-se prever que a seqüência de teclas **5 0 0 x 0 , 8 2** etc... irá produzir um resultado errado. Uma análise dos valores (multiplicando e multiplicador) envolvidos nas operações de multiplicação mostra que os fatores possíveis para este cálculo são apenas os números **500, 0.082** ou **1.082¹²**. Ou ainda, no momento em que a tecla de potência for utilizada devem ser encontrados, obrigatoriamente, os valores 1.082 como base e 12 como expoente.

O sistema pode então, se julgar conveniente, enviar instantaneamente uma mensagem de alerta ou então aguardar o resultado final para efetuar algum comentário.

5. Considerações Finais

O sistema foi testado em situação real de sala de aula para fins de validação do sistema. O grupo selecionado para usar o MATFIN foi composto de 46 alunos oriundos dos seguintes cursos: Ciências Contábeis, Matemática (Licenciatura e Aplicada), Administração e Engenharia Agrícola. Estes alunos são os matriculados para cursar a disciplina de Matemática Financeira no curso regular, noturno, do 1º semestre de 2001. Desta amostra, 45.7% dos alunos cursam o 2º semestre e 28.3% cursam o 7º semestre dos seus respectivos cursos. São alunos com 23 anos de idade, em média. Logo, os alunos selecionados na amostra, reunida intencionalmente através de convite, não sofreram nenhum critério de agrupamento prévio. O caráter heterogêneo da amostra não dificultou o experimento e, sim, auxiliou a avaliação proposta já que quanto mais diversificado o público alvo (perfil e experiências prévias) mais significado apresentam estes resultados. Poderia se pensar que alunos do curso de Matemática teriam mais facilidade do que os alunos de Engenharia Agrícola, por exemplo. No entanto nada disto foi verificado. Os alunos, após interagirem com o MATFIN, responderam a um questionário que buscava identificar seu perfil e coletar sua opinião a respeito do sistema. Os seguintes resultados foram encontrados no que tange aos aspectos do sistema em si:

100% dos alunos entrevistados acharam o sistema de fácil utilização, 100% consideram que o sistema auxilia a fixar os conteúdos, 100% consideram que o recurso "fluxos de caixa" auxilia o processo de fixação de conteúdos e 100% julgaram que a calculadora especialmente projetada para o MATFIN é adequada aos conteúdos trabalhados.

Estes dados foram surpreendentes no sentido de que não se esperava a unanimidade nas respostas. Ao serem perguntados sobre a utilização exclusiva do MATFIN para aprender o conteúdo “ Financiamentos com prestações constantes”, 61% dos entrevistados respondeu afirmativamente e, 39% responderam que “não tinham como prever”. Nenhum questionário apontou para a resposta “não” à este quesito. Novamente este resultado veio a reforçar nossas hipóteses prévias sobre os requisitos, estratégias e metodologias utilizadas na modelagem do ambiente. Tendo obtido a opinião dos alunos, passamos a entrevistar professores na busca da sua avaliação crítica a cerca do sistema. A amostra foi constituída por 4 professores que aceitaram o convite para participar do processo de avaliação do sistema. O critério utilizado foi o de pertencerem ao Departamento de Matemática da universidade. O MATFIN foi apresentado aos professores e disponibilizado para o seu uso. Usou-se um procedimento semelhante ao utilizado com os alunos. Após interagir com o sistema, os quatro professores foram unânimes em afirmar que o assistente inteligente é adequado para este tipo de trabalho, a calculadora implementada é adequada para este tipo de trabalho e o sistema auxiliará nas atividades de sala de aula. O resultado promissor da avaliação dos professores foi muito importante, pois queríamos saber a opinião deles a cerca do potencial pedagógico do ambiente. O processo de avaliação do MATFIN foi importante e permitiu que obtivéssemos respaldo para o nosso trabalho, especialmente quando afirmávamos que construir um assistente inteligente artificial, permitiria trabalhar o conteúdo, numa turma numerosa, sem a necessidade de supervisão do professor. O experimento com os alunos em situação real de laboratório mostrou isto de maneira clara [5;6].

Como todo trabalho de pesquisa, este também possui limitações e restrições. O assistente trabalha apenas com 1 (um) aluno não está projetado para atividades cooperativas, a modelagem do aluno é basicamente quantitativa e baseada nos erros/acertos e informações da seção de trabalhos (interação). Não se busca, neste trabalho, modelar o aluno através de outras formas identificadas na literatura, como por exemplo o uso da abordagem mentalista (estados mentais ou arquiteturas BDI (*belief, desire, intention*)), o domínio é restrito ao conjunto de exercícios relativos ao conteúdo relacionado ao pagamento de financiamentos com prestações constantes. (Crédito Direto ao Consumidor).

A grande contribuição deste trabalho, sob o ponto de vista de Ciência da Computação, está na área de Engenharia de STI, ou seja, como modelar e implementar a coreografia existente num ciclo de tutoração de STI, levando em consideração o modelo corrente do aluno (medido através da análise dos erros cometidos) e seleção de múltiplas estratégias de ensino a serem utilizadas pelo assistente. O *design* do sistema partiu da construção do domínio (base do conhecimento) modelado através de exercícios com diferentes graus de complexidade. Sendo estes selecionados em função do tipo de solução envolvida no problema e sua conexão com a calculadora. Após a organização do conteúdo a ser trabalho no sistema, foi elaborada uma minuciosa análise dos tipos de erros associados à cada etapa da solução de cada problema. Isto nos permitiu determinar os elementos que deveriam compor a modelagem do aluno (tabela dos erros cometidos) e à ela associar as múltiplas estratégias com as respectivas táticas de ensino.

O processo de modelagem e implementação de um STI requer tempo e equipe interdisciplinar com a assistência constante do especialista do domínio, uma vez que ele necessita identificar e selecionar o conteúdo a ser colocado na base, analisar e fornecer os tipos possíveis de erros a possíveis de serem cometidos ao longo da resolução do problema e, depois selecionar e associar o comportamento do tutor (estratégias) e táticas a serem usadas. Um fato relevante que permitiu a finalização do projeto foi o

especialista também ser um dos autores do sistema. Isto minimizou sobremaneira o tempo despendido no trabalho de modelagem.

6. Referências bibliográficas

- [1] MOREIRA, R.M. Diretrizes Pedagógicas para Modelagem de Usuário em Sistemas Tutoriais Inteligentes. Taller Internacional de Software Educativo TISE97. UFRJ, 1997
- [2] FOWLER, D.G., A Model for Designing Intelligent Tutoring Systems, Journal of Medical Systems, Vol. 15,N.1, 1991.
- [3] GIRAFFA, L.M.M.; VICCARI, R.M. Estratégias de Ensino em Sistemas Tutores Inteligentes modelados através da tecnologia de agentes. XIX SBIE'98 –Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. **Anais...**Fortaleza: SBC/IE, 1998.
- [4] GIRAFFA, L.M.M. Uma arquitetura de tutor utilizando estados mentais. Porto Alegre: CPGCC/UFRGS, 1999. (Tese de Doutorado).
- [5] SCHUCK, P.W.; GIRAFFA, L.M.M. MATFIN – O ensino de Matemática Financeira suportado por um ambiente computacional. INTERNATIONAL CONFERENCE ON NEW TECHNOLOGIES IN SCIENCE EDUCATION. Anais.. Aveiro: UA, 2001.
- [6] SCHUCK, P.W. Um Assistente Inteligente Para Suporte Ao Ensino De Matemática Financeira. Porto Alegre: PPGCC/PUCRS, 2001.(Dissertação de Mestrado)