



## Comportamento adaptativo baseado no caminho de aprendizagem do estudante em um Ambiente Virtual de Ensino Aprendizagem - AVEA.

Beatriz Wilges

Gustavo Pereira Mateus

Ricardo Azambuja Silveira

Silvia Modesto Nassar

Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Universitário, s/n<sup>o</sup>

Caixa Postal, 467 – Florianópolis – SC, Brasil.

beaw@inf.ufsc.br

gpmateus@gmail.com

{silveira, silvia}@inf.ufsc.br

**Resumo:** A aplicação de metodologias de ensino diferenciadas que considerem a heterogeneidade dos estudantes de uma mesma classe é, com certeza, uma ferramenta capaz de resgatar aprendentes com dificuldades de aprendizagem. No entanto, aula personalizada no ensino presencial é algo ineficaz, além de impraticável. Porém na educação a distância O "atendimento personalizado" em grupos homogêneos é uma possibilidade a se considerar. Este artigo descreve uma experiência de rastreamento de estudantes em um ambiente virtual, seguido de sua adaptação de acordo com os movimentos de aprendizagem do estudante. Com isto, foi possível identificar grupos similares de aprendentes e aplicar diferentes estímulos, dentro de um Ambiente Virtual de Ensino-Aprendizagem – AVEA, como o acompanhamento e feedback do próprio sistema. Esta é mais uma técnica que poderá ser utilizada para criar e manter o modelo do estudante em um Sistema Tutor Inteligente.

**Palavras-chave:** aprendizagem, ensino, interação, agentes, sistemas adaptativos.

### **Adaptive behavior established by the learning path of the student in a Virtual Environment for Teaching and Learning - VETL**

**Abstract:** The application of different education methodologies that consider the heterogeneousness of students in the same class is certainly a tool capable of rescuing learners with learning difficulties. However, personalized lessons in present teaching are inefficacious and impracticable. Nevertheless, “personalized attendance” in a homogeneous group is a possibility to consider in distance teaching. This article describes an experience of tracking students in a virtual environment, followed by its adaptation according to the learning movements of the student. Thus, it was possible to identify similar groups of learners and to apply different incentives to them, inside the Virtual Environments for Teaching and Learning – VETL, with accompaniment and

feedback of the proper system. This is another technique that could be used to create and keep the student model in an Intelligent Tutoring System.

**Keywords:** learning, teaching, interaction, agents, adaptive systems.

## 1 Introdução

O sucesso da aprendizagem de um estudante em um ambiente de aprendizagem on-line depende muito de sua motivação pessoal. Como regra geral, os participantes mais motivados para aprender on-line são aqueles que são auto disciplinados, organizados e conseguem planejar bem o seu tempo. Para estes, mesmo uma aplicação mais pobre em interatividade e design não constitui um obstáculo à aprendizagem. O nosso desafio será encontrar formas de manter os níveis de motivação durante todo o processo de ensino-aprendizagem, até mesmo para aqueles alunos que não aderem ao perfil desejado para a educação a distância.

O objetivo desta pesquisa é, através da investigação com o ambiente SestatNet, desenvolver um modelo que possa tornar os ambientes de aprendizagem algo que possa ser realmente considerado eficiente na percepção e no acompanhamento do processo de aprendizagem dos estudantes. Com essa finalidade pretende-se trabalhar com grupos distintos de estudantes. O propósito é realizar um rastreamento do estudante, a partir dos *logs* dele durante o processo de aprendizagem no ambiente. Realizando determinadas inferências, a partir de um agente, em tempo real do processo de aprendizagem em questão. Dessa forma, o ambiente agirá de maneira diferenciada já que o mesmo é direcionado pelo perfil do estudante identificado.

A idéia motivadora do processo de rastreamento do estudante no ambiente é que um personagem animado interaja com o estudante realizando uma avaliação não só ao final do processo de aprendizagem, como também durante todo esse processo. Para isso, foi necessário estipular um tempo relativo durante o caminho de aprendizagem do estudante, para só interrompê-lo na hora que fosse considerada mais adequada.

A intervenção do personagem pode ser tanto para questioná-lo sobre alguma parte da matéria em que ele está estudando como, também, para expressar sentimentos de emoção, como felicidade, cansaço, tranqüilidade ou, até mesmo, impaciência quando necessário.

De acordo com (Reategui; Moraes, 2006) os Agentes Pedagógicos Animados são personagens capazes de atuar em ambientes interativos de aprendizagem, tendo como principais propósitos guiar os alunos nestes ambientes, acompanhá-los na realização de tarefas, trazer dicas e responder questões. Evidências científicas já apontam que a presença de um personagem em uma interface pode aumentar a confiança do usuário (Rickenberg; Reeves, 2000) e melhorar a comunicação entre homem e máquina através da introdução de estímulos sociais (De Angeli et al., 2001). No entanto, para que tais efeitos de interação possam ocorrer é necessário que os personagens tenham papéis e comportamentos adaptados à comunicação com cada usuário (Picard, 1997).



Nessa perspectiva pretende-se gerar um acompanhamento adequado, gerando *feedbacks* ao longo de um processo particular de aprendizagem. A interação entre os participantes e o sistema de ensino-aprendizagem é uma peça fundamental para garantir e, ao mesmo tempo, manter elevados níveis de motivação ao longo do curso.

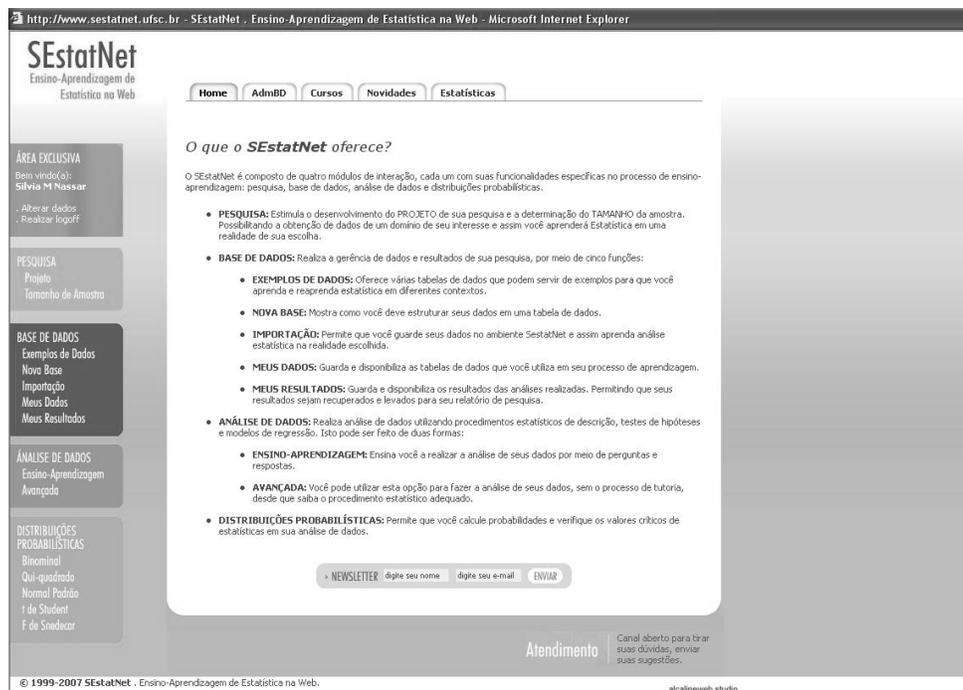
O acompanhamento durante o processo de aprendizagem serve para que os estudantes não se sintam sozinhos: estão sendo acompanhados e estimulados por um processo de interação durante a aprendizagem. Também serve para dar pequenos *feedbacks* e mostrar que estamos presentes, mesmo que de modo virtual, sempre que existem dúvidas ou que é diagnosticado pelo AVEA a necessidade de adaptação na estratégia de aprendizagem. Espera-se com isso, que os estudantes se sintam mais motivados sabendo que seu progresso na aprendizagem e no ambiente está sendo acompanhado e, também, que sua participação está sendo de alguma forma estimulada.

Com esse propósito, também, buscamos aplicar diferentes tipos de Objetos de Aprendizagem (Sosteric; Hesemeier, 2002) para dar um apoio adequado aos aprendentes<sup>1</sup> que tem maiores dificuldades no processo de Ensino-aprendizagem no AVEA.

## 2 O Ambiente virtual de Ensino-aprendizagem

A motivação deste trabalho é baseada em um ambiente de aprendizagem desenvolvido no Laboratório de Estatística Aplicada (LEA, 2007) desde 1996. O objetivo do grupo é o desenvolvimento de projetos e idéias que possam agregar conhecimentos de estatística para estudantes de graduação e pós-graduação.

O ambiente de EAD utilizado como estudo de caso nesta pesquisa chama-se SStatNet (Oliveira et al., 2006). Ele é um ambiente flexível de ensino-aprendizagem de Estatística por meio da internet. Disponibiliza e aplica procedimentos de descrição, testes de hipóteses e modelos de regressão para variáveis qualitativas e quantitativas. O SestatNet se encontra disponível no endereço <http://www.sestat.net>. A Figura 1 abaixo mostra os campos de acesso, após o usuário entrar no ambiente.



http://www.sestatnet.ufsc.br - SEstatNet - Ensino-Aprendizagem de Estatística na Web - Microsoft Internet Explorer

**SEstatNet**  
Ensino-Aprendizagem de Estatístico na Web

Home AdmBD Cursos Novidades Estatísticas

**O que o SEstatNet oferece?**

O SEstatNet é composto de quatro módulos de interação, cada um com suas funcionalidades específicas no processo de ensino-aprendizagem: pesquisa, base de dados, análise de dados e distribuições probabilísticas.

- **PESQUISA:** Estimula o desenvolvimento do PROJETO de sua pesquisa e a determinação do TAMANHO da amostra. Possibilitando a obtenção de dados de um domínio de seu interesse e assim você aprenderá Estatística em uma realidade de sua escolha.
- **BASE DE DADOS:** Realiza a gestão de dados e resultados de sua pesquisa, por meio de cinco funções:
  - **EXEMPLOS DE DADOS:** Oferece várias tabelas de dados que podem servir de exemplos para que você aprenda e reaprenda estatística em diferentes contextos.
  - **NOVA BASE:** Mostra como você deve estruturar seus dados em uma tabela de dados.
  - **IMPORTAÇÃO:** Permite que você guarde seus dados no ambiente SestatNet e assim aprenda análise estatística na realidade escolhida.
  - **MEUS DADOS:** Guarda e disponibiliza as tabelas de dados que você utiliza em seu processo de aprendizagem.
  - **MEUS RESULTADOS:** Guarda e disponibiliza os resultados das análises realizadas. Permitindo que seus resultados sejam recuperados e levados para seu relatório de pesquisa.
- **ANÁLISE DE DADOS:** Realiza análise de dados utilizando procedimentos estatísticos de descrição, testes de hipóteses e modelos de regressão. Isto pode ser feito de duas formas:
  - **ENSINO-APRENDIZAGEM:** Ensina você a realizar a análise de seus dados por meio de perguntas e respostas.
  - **AVANÇADA:** Você pode utilizar esta opção para fazer a análise de seus dados, sem o processo de tutoria, desde que saiba o procedimento estatístico adequado.
- **DISTRIBUIÇÕES PROBABILÍSTICAS:** Permite que você calcule probabilidades e verifique os valores críticos de estatísticas em sua análise de dados.

NEWSLETTER digite seu nome digite seu e-mail ENVIAR

Atendimento Canal aberto para tirar suas dúvidas, enviar suas sugestões.

© 1999-2007 SEstatNet - Ensino-Aprendizagem de Estatística na Web. alcaalneweb studio

Figura 1 - Interface do SEstatNet.

Neste curso a distância o estudante planeja e realiza uma pesquisa de forma a obter os dados que servirão de objeto significativo e motivador de aprendizagem. O processo de ensino-aprendizagem tem como base metodologias ativas de aprendizagem. Possibilita, dessa forma, que o estudante aprenda os conceitos estatísticos aplicando-os aos seus próprios dados em cada uma das sessões.

O movimento individual de aprendizagem é livre, no sentido que os conteúdos não têm uma seqüência pré-estabelecida de apresentação. Tem como suporte o mapa conceitual, onde se encontra explicitado o raciocínio estatístico de análise de dados.

Nesse mapa conceitual é apresentado ao estudante questões de ensino-aprendizagem referentes a aplicação de conceitos estatísticos, ambos disponibilizados na mesma tela. A idéia é fazer com que o estudante aplique corretamente os conceitos ao responder a questão de ensino-aprendizagem, de acordo com seu conhecimento prévio ou sua aprendizagem durante a análise. De acordo com essa proposta o estudante aprenderá a fazer análise estatística de dados de forma interativa, respondendo às questões sobre as características dos dados da base selecionada para aprendizagem. Assim, guiado pelas suas respostas na dinâmica questão - resposta - nova questão, o SestatNet selecionará e aplicará o procedimento estatístico adequado conforme o raciocínio estruturado no mapa conceitual. A Figura 2 apresenta a página correspondente ao processo de ensino aprendizagem do ambiente.

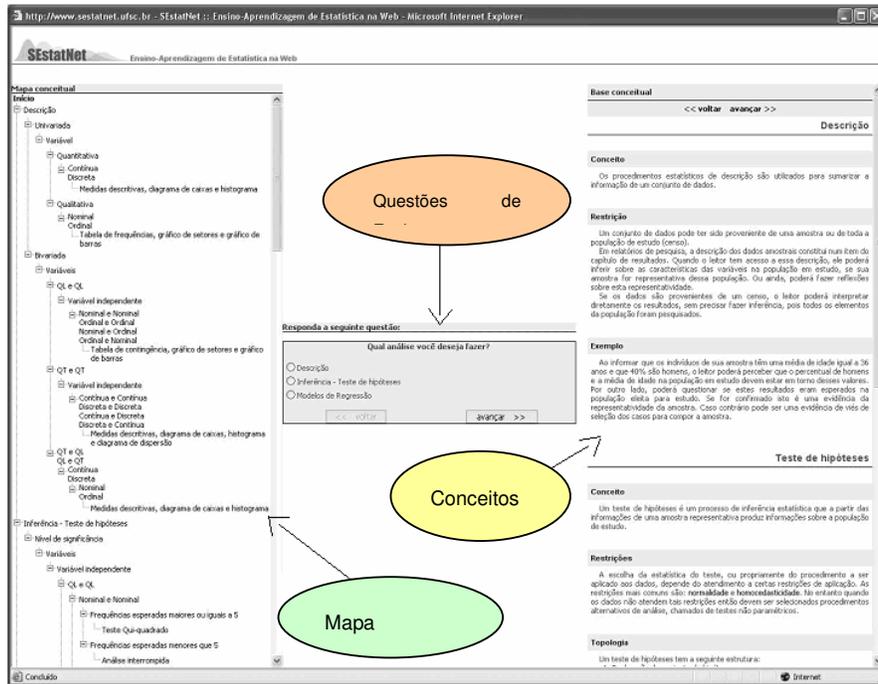


Figura 2 - Interface do processo de Ensino Aprendizagem.

As atuais pesquisas em torno desse ambiente se concentram na idéia de torná-lo um *framework*. Ou seja, inserir outros conteúdos conservando todos os parâmetros de flexibilidade e adaptabilidade, de modo a seguir a estrutura do mapa conceitual proposto no ambiente. Nesta pesquisa o termo adaptabilidade refere-se à capacidade do ambiente de capturar diferentes perfis de estudantes e adaptar o sistema de acordo com a realidade e capacidade de cada usuário.

### 3 Procedimento Metodológico

A metodologia desta pesquisa relaciona a especificação de duas partes com o propósito de elucidar os diferentes processos de estudo aplicados neste projeto. A primeira parte especifica o método de ensino-aprendizagem, juntamente com os arquivos de registro de *logs* implementado no ambiente de aprendizagem. A segunda parte trata do processo de auto-avaliação, realizado pelo acompanhamento e *feedbacks* gerados, também, pelo AVEA. As seguintes sessões detalham estas duas especificações.

#### 3.1 Especificação do processo de Ensino-Aprendizagem e arquivos de registro

Para tornar o ambiente de aprendizagem mais adaptativo, consideramos a distribuição dos tempos em relação ao uso do ambiente, no módulo de Análise de Dados especificamente no tópico de Ensino Aprendizagem. No processo de análise inicial foi considerado o tempo em cada questão estimado pelo professor, avaliando a densidade de informação necessária para que o aprendiz tenha uma resposta para a questão específica. Com o uso do ambiente a distribuição dos tempos e seus parâmetros serão determinados para cada perfil de aprendizagem.

Nesses casos, é possível estimar grupos distintos no processo de aprendizagem. Ou seja, existe um grupo que trabalha em tempo muito rápido, outro que está dentro do tempo esperado e, também, aqueles que demoram demais para tomar uma decisão. A Figura 3 apresenta o gráfico da distribuição dos grupos, no sentido de responder a uma questão do processo de Ensino-aprendizagem.

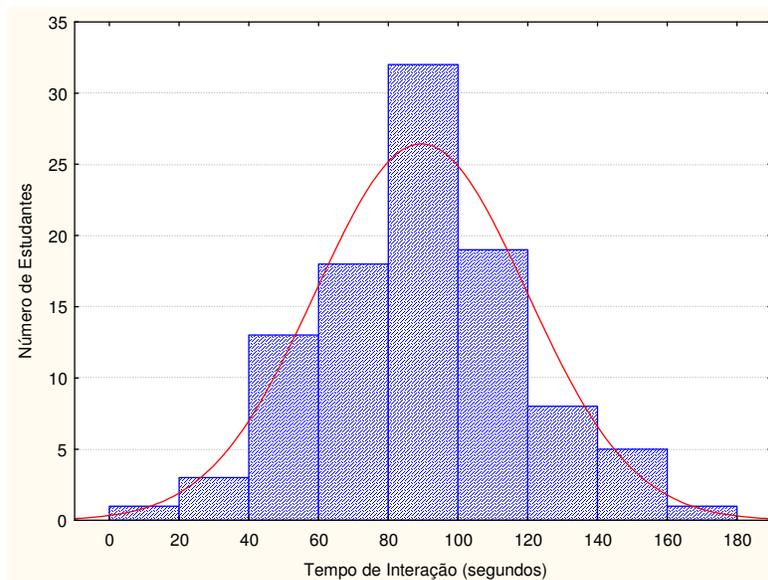


Figura 3 – Histograma do tempo de interação em uma questão do processo de ensino-aprendizagem.

### 3.2 Especificação do processo de Auto-Avaliação

No intuito de tornar o ambiente mais adaptativo, e ao mesmo tempo flexível, foi desenvolvido um sistema de auto-avaliação, aplicada aos estudantes, que é baseado no tempo necessário para que cada aluno avance no processo de ensino-aprendizagem do ambiente. Essa auto-avaliação é aplicada durante e ao final da sessão de aprendizagem.

O objetivo é acompanhar o estudante, podendo dar *feedbacks* durante a interação dele com o ambiente. O processo de auto-avaliação tem foco na primeira parte da especificação deste trabalho, ou seja, no tempo e nas questões de ensino-aprendizagem, e é estruturado conforme a seguinte Figura 4.

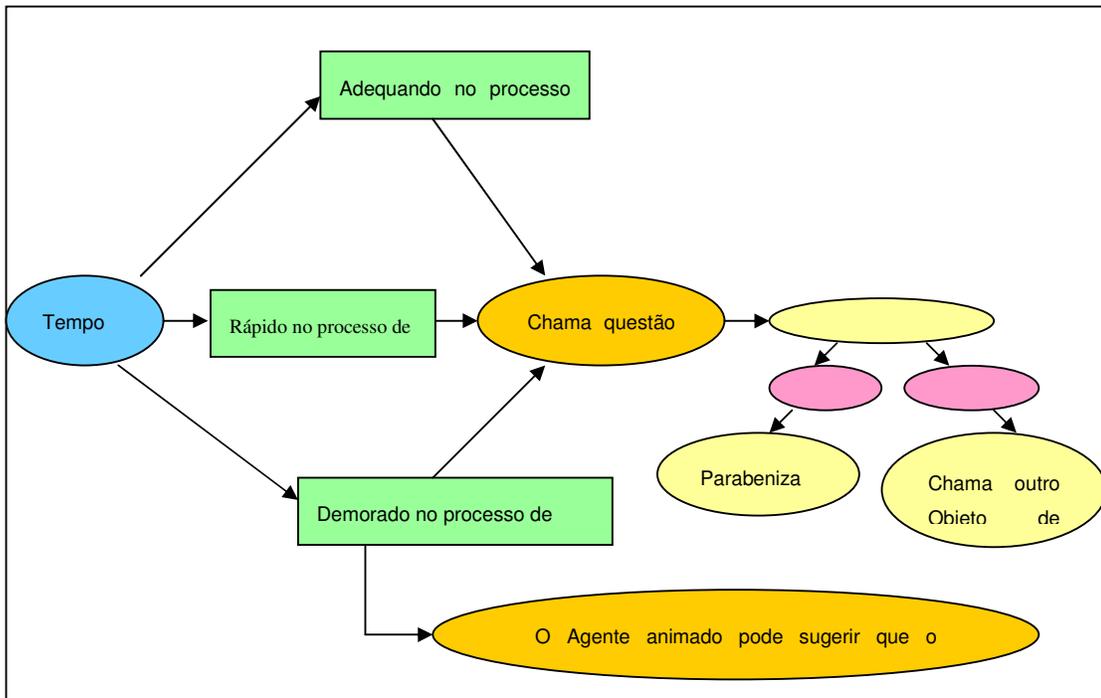


Figura 4 - Estrutura do processo de Auto-avaliação.

Nesse processo de auto-avaliação um agente específico é chamado para aplicar determinadas questões, que consideram diferentes níveis de complexidade. Portanto, quando a questão de auto-avaliação é chamada e de acordo com o ponto onde se encontra o estudante, as questões possuem diferentes graus de dificuldade. A razão disso é que as regras para classificação da complexidade da questão são derivadas, entre outras variáveis, do tempo relativo e do ponto onde se encontro o estudante no mapa conceitual. O detalhamento dessas regras é apresentado mais abaixo neste item.

Esses níveis têm uma relação direta entre o papel da abstração e o da reflexão na gênese do conhecimento, já que o mesmo é de suma importância para se entender uma das mais avançadas teorias de aprendizagem humana (Abbagnano, 1998). Piaget (1976) insiste na distinção de dois níveis no processo de abstração: o nível da abstração empírica e o nível da abstração reflexionante. Catapan (2001) observa que pode ainda existir um outro nível de abstração que opera como intermediário: abstração pseudo-empírica.

Segundo Catapan (2001), a abstração empírica pode ser identificada pelas ações de reconhecimento, de informação, de associação, de descrição, de interpretação das informações. No modo de abstração reflexionante o estudante alcança uma dimensão de compreensão que o leva a construir um conceito, a criar uma referência para suas observações, suficientes para operar em qualquer situação, alcançando o modo das ações implicativas na Generalização dos Conceitos.

No processo de auto-avaliação, dessa pesquisa, os seguintes níveis de abstração de complexidade são considerados:

- Empírico;

- Pseudo-empírico;
- Reflexionante.

Na prática os dois primeiros níveis são considerados abstrações de conceitos do mapa conceitual do ambiente de aprendizagem. E o nível da abstração reflexionante, também chamado de Generalização, pode surgir quando o estudante responde um conceito mais complexo ou quando realiza uma decisão estatística no reconhecimento do padrão existente em seus dados. A ativação do agente no ambiente é determinada pelo tempo e a posição do estudante no mapa de aprendizagem. Esse agente tem a função específica de auxiliar e dar *feedback* ao estudante. As regras de ativação inicial foram aplicadas de acordo com a estratégia apresentada na tabela 1.

Tabela 1 – Nível de complexidade das questões de avaliação no processo de aprendizagem

Frequência das questões de Auto-Avaliação	Tempo no processo de Ensino-aprendizagem		
	Rápido	Adequado	Demorado
Maior	Questão de Generalização	Questão Pseudo-Empírica	Questão Empírica
Moderado	Questão Pseudo-Empírica	Questão de Generalização	Questão Pseudo-Empírica
Menor	Não aplicado	Questão Empírica	Questão de Generalização

Depois dessa ativação inicial o processo de auto-avaliação segue a seguinte rotina conforme o trecho do pseudocódigo exemplificado no Quadro 1:

Quadro 1 - Pseudocódigo do processo de Auto-avaliação.

<p>Switch case</p> <p>Case: 1 // Se questão Auto-avaliação nível de complexidade = Generalização e resposta errada.</p> <p>Chama questão Auto-avaliação nível de complexidade = Pseudo Empírica.</p>
--



Case: 2 //Se questão Auto-avaliação nível de complexidade = Pseudo Empírica e resposta errada

Chama questão Auto-avaliação nível de complexidade = Empírica.

Case: 3 //Se questão Auto-avaliação nível de complexidade = Empírica e resposta errada

Chama questão Auto-avaliação nível de complexidade = Objeto de Aprendizagem.

Case: 4 //Se questão Auto-avaliação nível de complexidade = Generalização e resposta certa.

Chama agente para parabenizar o aprendente e termina sessão.

Case: 5 //Se questão Auto-avaliação nível de complexidade = Pseudo Empírica e resposta certa.

Chama questão Auto-avaliação nível de complexidade = Generalização.

Case: 6 //Se questão Auto-avaliação nível de complexidade = Empírica e resposta certa.

Chama questão Auto-avaliação nível de complexidade = Pseudo Empírica.

#### **4 Rastreamento e capturando o perfil de aprendizagem do estudante**

Como forma de gerenciar e administrar as informações de acesso ao caminho de Ensino Aprendizagem do ambiente, criamos uma função denominada *salvar\_arquivo\_log()*. Nela todos os registros de respostas das perguntas do ambiente, tempo para solucionar

uma determinada questão, tempo de início e fim da sessão, e até mesmo, se a sessão foi interrompida antes de seu final são armazenados em um arquivo texto.

É através destas informações que fazemos uma análise, para extrair a parte de interesse e repassar ao sistema de auto-avaliação. Nesse caso diversos pontos chave são definidos para que em diferentes tempos e posições os processos possam ser disparados, como, por exemplo, apresentar um questionamento na parte onde o estudante esta acessando, ou sugerir ao estudante que utilize outro módulo de aprendizagem, já que o sistema identificou seu perfil como um aluno capacitado a avançar no processo. Dentro dessa pesquisa, essas pequenas intervenções são consideradas uma forma de acompanhamento para avaliar o estudante sobre o seu desempenho em andamento.

Para trabalhar com diferentes perfis de estudante foi necessário trabalhar com uma especificidade própria, pois era necessário entender como as pessoas aprendem, ou seja, em quais pontos existem dificuldades no aprendizado. Dessa análise junto aos arquivos de logs foi possível extrair o entendimento necessário para que o programa rodasse como esperávamos. A Figura 5 mostra a interface de interação do agente com o aluno em uma questão de auto-avaliação.

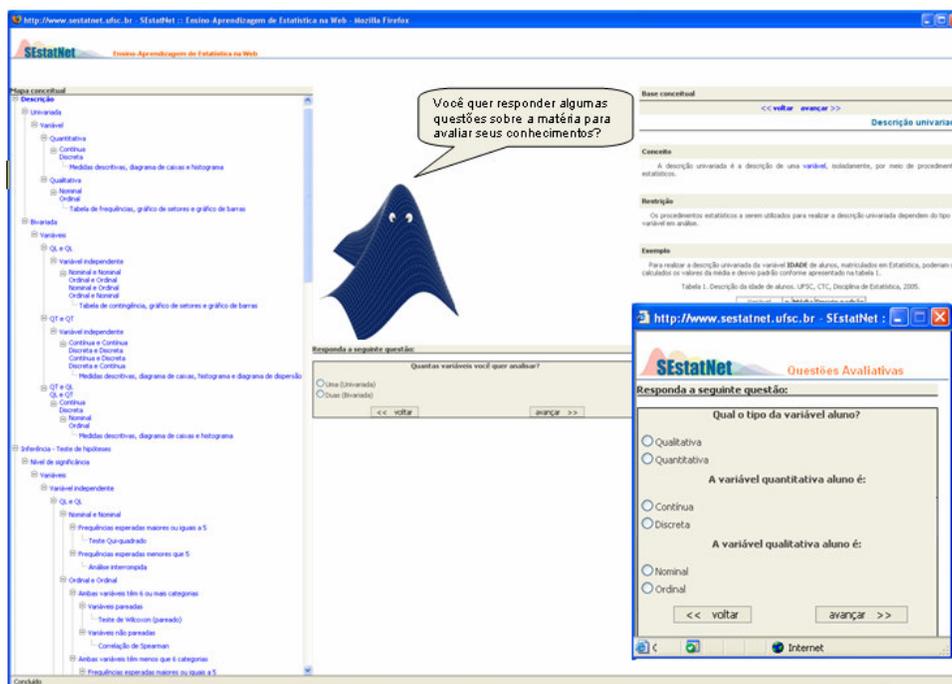


Figura 5 – Interação do agente com o aluno em uma questão de auto-avaliação.

Os resultados desta pesquisa envolveram professores com experiências em teorias de aprendizagem. Segundo Garcia (2004), as teorias de aprendizagem fundamentam em uma visão de mundo, de sociedade e de homem e algumas delas adquirem tal complexidade que seu entendimento torna-se dificultado. Cada uma destas visões sobre o processo de aprendizagem causa impacto no processo de desenvolvimento de software educacional.

De acordo com Aranha (2002), o processo de aprendizagem é função de situações de ensino, onde os indivíduos têm constantes reforços positivos para respostas corretas. Devem-se evitar respostas erradas para que não haja reforço de comportamentos errados. As situações de ensino são apresentadas em pequenas

unidades de ensino em grau de complexidade crescente. Há sempre ao final de cada unidade perguntas e *feedback* (visto como recompensa para acertos e auxílios em caso de erros). Os primeiros softwares educacionais se basearam nessa teoria e, ainda hoje, observando-os mais atentamente, verifica-se que muitos ainda adotam este formato.

Nesse mesmo paradigma é que trabalhamos com o perfil de aprendizagem dos estudantes para uma adaptação de comportamento do ambiente de aprendizagem SEstatNet. Buscando conduzir os estudantes aos diferentes níveis de complexidade das questões, para só então classificá-lo como um aprendiz com o conhecimento claramente adquirido.

## 5 Conclusões

A identificação de grupos similares, entre si e diferentes entre os grupos, em turmas de educação a distância é uma ferramenta importante para que os AVEA possam aplicar técnicas de interação de ensino-aprendizagem diferenciada. Neste trabalho vários aspectos abordando esta perspectiva apontam para resultados que evidenciam a qualidade da educação a distância dessa forma, ou seja, trabalhando com a “*clusterização*” dos estudantes. O rastreamento do caminho de aprendizagem do estudante, no intuito de aplicar auto-avaliações utilizando questões em diversos níveis de complexidade é uma boa opção para coordenar e acompanhar o processo de ensino-aprendizagem do estudante.

A idéia do processo de auto-avaliação é conduzir o aprendiz ao maior grau de aprendizagem, ou seja, estimular o processo de ensino-aprendizagem por acompanhamentos e *feedbacks* ao longo do curso. Acredita-se que um agente pedagógico acompanhando o trabalho dos estudantes, monitorando o desenvolvimento de suas tarefas, e identificando suas dificuldades pode tornar um AVEA mais flexível e adaptável, já que o mesmo pode trazer dicas e auxiliar os aprendizes na resolução de problemas, motivando-os durante a sua interação com o AVEA.

O propósito deste trabalho ainda se encontra em desenvolvimento. Existe nesta pesquisa uma avaliação constante com os estudantes que utilizam o AVEA para que possamos extrair os melhores resultados possíveis dentro desta proposta de ensino-aprendizagem.

## 6 Notas de texto

<sup>1</sup> Aprendiz é um termo oriundo da psicopedagogia. Diz da nossa condição de eternos seres em processo de aprendizado.

## 7 Referências Bibliográficas

- [1] Abbagnano, Nicola. **Dicionário de Filosofia**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.
- [2] Aranha, Maria Lucia de Arruda. **Filosofia da Educação**, volume 1 of. Moderna, second edition, 2002.
- [3] Catapan, Araci Hack. **Tertium: O novo modo do ser, do saber e do aprender (Construindo uma Taxonomia para Medição Pedagógica em Tecnologia de**



**Comunicação Digital**). Tese de doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis, 2001.

[4] De Angeli, A.; Lynch, P. e Johnson, G. (2001). Personifying the e-market: A framework for social agents. In: Interact 2001 - Eighth IFIP TC.13 **Conference on Human-Computer Interaction**, Tokyo, Japan, July 9-13, 2001.

[5] Garcia, Leonardo Gonçalves. **Softwares Educacionais**. Abstração, número 1, ano 1, dezembro de 2004.

[6] LEA – Laboratório de Estatística Aplicada. Disponível em: <<http://www.sestatnet.ufsc.br/lea/>> acessado em: abril de 2007

[7] Oliveira, Clara Amélia de. Nassar, Silvia Modesto. Tenório, Marcelo Buscioli. Wronscki, Vilson Ricardo. The SEstatNet Perspective - from a Statistical Applied Tool towards a Whole Educational Tool. **9th International Conference on Engineering Education**. San Juan, PR. 2006.

[8] Piaget, Jean et al. **Tendências de la Investigación en las Ciencias Sociales**. Madrid: Alianza Editorial, 1976.

[9] Picard, R. **Affective Computing**. Cambridge: MIT Press, 1997. 262 p.

[10] Reategui, Eliseo Berni. Moraes, Márcia Cristina. Agentes Pedagógicos Animados: Concepção, desenvolvimento e Aplicação. **XVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, SBIE**. 2006

[11] Rickenberg, R. e Reeves, B. The Effects of Animated Characters on Anxiety, Task Performance, and Evaluations of User Interfaces. **In Proceedings of CHI 2000 - Human Factors in Computing Systems**. The Hague, Amsterdam, The Netherlands. 1-6 APRIL 2000.

[12] Sosteric, M.; Hesemeier, S. When is a Learning Object not an Object: A first step towards a theory of learning objects. **International Review of Research in Open and Distance Learning**, [S.l:s.n], v.3, n.2, out. 2002. Disponível em <<http://www.irrodl.org/content/v3.2/soc-hes.html>>. Acesso em: mar. 2007.