

**Sócrates - Sistema de Ensino-Aprendizado
Inteligente para Internet com Adoção
Dinâmica de Estratégias de Ensino Híbridas
usando MBTI®**

Rodrigo de Oliveira

Dissertação de Mestrado

**Sócrates - Sistema de Ensino-Aprendizado
Inteligente para Internet com Adoção Dinâmica de
Estratégias de Ensino Híbridas usando MBTI®**

Rodrigo de Oliveira

Março de 2004

Banca Examinadora:

- Heloísa Vieira da Rocha (Orientadora)
- André Luiz Zambalde
Departamento de Ciência da Computação - UFLA
- Jacques Wainer
Instituto de Computação - UNICAMP
- Ariadne Maria Brito Rizzoni de Carvalho (Suplente)
Instituto de Computação - UNICAMP

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DO IMECC DA UNICAMP**

Oliveira, Rodrigo de
OL4s SócrateS - Sistema de ensino -aprendizado inteligente para internet com
adoção dinâmica de estratégias de ensino híbridas usando MBTI[®]/ Rodrigo de
Oliveira -- Campinas, [S.P. :s.n.], 2004.

Orientadora : Heloísa Vieira da Rocha.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de
Computação.

1. Ensino a distância. 2. Inteligência artificial – Aplicações educacionais. 3.
Sistemas tutoriais inteligente. 4. Ensino – Aspectos psicológicos. I. Rocha,
Heloísa Vieira da. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de
Computação. III. Título.

Sócrates - Sistema de Ensino-Aprendizado Inteligente para Internet com Adoção Dinâmica de Estratégias de Ensino Híbridas usando MBTI®

Este exemplar corresponde à redação final da Dissertação devidamente corrigida e defendida por Rodrigo de Oliveira e aprovada pela Banca Examinadora.

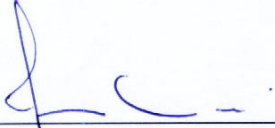
Campinas, 24 de Março de 2004.

Heloísa Vieira da Rocha (Orientadora)

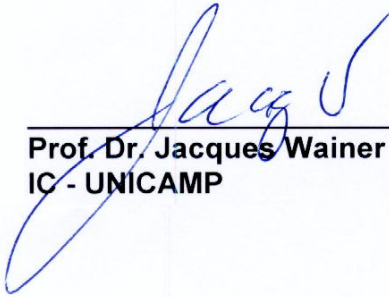
Dissertação apresentada ao Instituto de Computação, UNICAMP, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

TERMO DE APROVAÇÃO

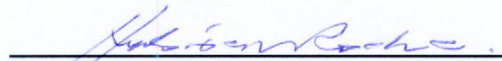
Tese defendida e aprovada em 24 de março de 2004, pela Banca examinadora composta pelos Professores Doutores:



Prof. Dr. André Luiz Zambalde
DCC - UFLA



Prof. Dr. Jacques Wainer
IC - UNICAMP



Profa. Dra. Heloisa Vieira da Rocha
IC - UNICAMP

© Rodrigo de Oliveira, 2004.
Todos os direitos reservados.

“A travessia de mil milhas começa com o primeiro passo.”
Lao-Tse

Agradecimentos

Primeiramente a Deus, a quem tudo se deve e pra quem tudo se faz.

Ao Instituto de Computação da UNICAMP, pela oportunidade de realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pelo auxílio financeiro concedido.

À minha orientadora Heloísa Vieira da Rocha, que significou não apenas a mão de um pai na conduta dos ensinamentos, mas também o afeto de uma mãe nas palavras mais doces. A você todo o meu carinho nestes sinceros agradecimentos.

Aos professores André Luiz Zambalde e Jacques Wainer, por participarem da banca de defesa, contribuindo muito para o enriquecimento desta proposta e o norteamento deste trabalho.

Ao amigo doutorando da UNICAMP, Celmar Guimarães da Silva, pela disponibilidade e visão crítica na análise do sistema de ensino desenvolvido e do conteúdo ministrado neste.

Aos amigos doutorandos da UNICAMP, Ricardo Luís Lachi e Fernando José Castor de Lima Filho, responsáveis por ministrar a disciplina de Algoritmos e Programação de Computadores à turma de Engenharia Elétrica do segundo semestre de 2003, a qual fez parte do experimento realizado neste trabalho.

Ao doutorando da UFLA, Fabyano Fonseca e Silva, pelo auxílio prestado nas análises dos dados colhidos nesta dissertação.

Ao professor da UFLA, Joaquim Quinteiro Uchôa, com quem iniciei este trabalho em minha monografia de graduação e a quem devo meu interesse pela área.

Aos vários colegas e amigos que fiz aqui em Campinas: Fábio, Rogério, Tiago, Gustavo, Alessandra, Edgard, Cléber, Emille, Mylene, Natan, Thomas, Aniky, Juliana, Rodrigo Guerra, Gabriel, . . . Todos vocês tiveram uma participação essencial, cada qual com contribuições bem peculiares das quais nunca vou me esquecer. Guardo vocês no coração.

Por fim, a todas as pessoas que mais amo neste mundo:

Meus pais Antonio Ilson e Terezinha, aos quais dedico toda a minha devoção, amizade e fraternalismo. A estes, que foram os maiores mestres de minha vida, deixo meus eternos agradecimentos.

Meu irmão Alessandro, pela nossa amizade e interesse constante em quaisquer de minhas atividades. A você meus agradecimentos mais afetivos.

Meu amor Suzana e toda a sua família. Minha gratidão pelo carinho, atenção e compreensão dedicados em todos os momentos.

E a você, que está lendo este trabalho e não viu o seu nome mas tem certeza de que contribuiu direta ou indiretamente com ele; minhas desculpas e o merecido agradecimento.

E antes que eu me esqueça, por ser Ele início e fim, α e ω , novamente Àquele que tudo realizou em mim e A quem apresento o fruto do meu trabalho.

Sumário

Agradecimentos	ix
Resumo	1
Abstract	3
1 Introdução	5
2 Referencial Teórico	9
2.1 Ensino a Distância (EAD)	9
2.1.1 Histórico	9
2.1.2 Importância na Atualidade	10
2.1.3 Cuidados com o uso de EAD	11
2.2 Inteligência Artificial & Educação (IA & ED)	15
2.2.1 Primeiros Sistemas Educacionais	15
2.2.2 Surgimento dos Sistemas Tutores Inteligentes (STI)	15
2.2.3 Queda do Entusiasmo com STI's e Ascensão das Ciências Cognitivas	17
2.2.4 Novas Tendências de Aplicação da IA à Educação	17
2.3 IA & EAD - Desenvolvimento da Proposta	18
2.4 Uso de Estratégias de Ensino Híbridas Baseadas no Perfil do Aluno	19
2.4.1 O Indicador MBTI®	19
2.4.2 Táticas de Ensino Baseadas no MBTI®	22
3 Material e Métodos	25
3.1 O Protótipo SócrateS	25
3.1.1 Arquitetura	25
3.1.2 Interface do Usuário	27
3.2 Avaliação do Protótipo	37
3.2.1 Descrição do Ambiente e dos Materiais Utilizados	37
3.2.2 Coleta dos Dados	38

3.2.3	Metodologia para Análise dos Dados	42
4	Resultados e Discussão	49
4.1	Perfil dos Alunos	49
4.2	Qual a Melhor: Adoção Estática ou Dinâmica de Estratégias de Ensino? .	50
4.2.1	Análise do Comportamento dos Alunos da Turma \mathcal{B}	52
4.2.2	Análise do Comportamento dos Alunos da Turma \mathcal{A}	53
4.2.3	Concluindo...	55
4.3	Avaliação da Satisfação dos Alunos com o SócrateS	56
5	Comentários Finais e Trabalhos Futuros	61
A	Questionário MBTI®	67
B	Composição das Estratégias de Ensino do SócrateS	71
C	Comportamento dos Alunos do Experimento usando o SócrateS	73
D	Questionário de Avaliação de Satisfação	77

Lista de Tabelas

2.1	Descrição de algumas táticas de ensino propostas por Brightman (2001) e adequadas a cada preferência do modelo MBTI®.	23
4.1	Médias e intervalos de confiança das preferências MBTI® dos alunos das turmas \mathcal{A} e \mathcal{B}	50
4.2	Relação de motivos para o uso do roteiro de estudo do SócrateS por parte dos alunos. A intensidade dos motivos pode ser: indiferente, pouca, muita ou essencial.	57
4.3	Relação de motivos para o uso do menu do SócrateS por parte dos alunos. A intensidade dos motivos pode ser: indiferente, pouca, muita ou essencial.	57
4.4	Avaliação da técnica de adaptação de conteúdo do SócrateS para apresentação de teoria e exercícios sob diversas formas.	58
4.5	Avaliação das características de usabilidade do SócrateS. A escala de notas é: Péssima (0-19), Ruim (20-39), Razoável (40-59), Boa (60-79), Excelente (80-100).	59
B.1	Relação de adequação das táticas de ensino implementadas no SócrateS a cada uma das oito preferências do indicador MBTI®.	71
B.2	Composição das estratégias de ensino usadas no SócrateS para cada tipo MBTI®. O símbolo “●” indica que a tática de ensino correspondente pertence à estratégia e o símbolo “○” indica que, embora a tática correspondente seja indicada para compor a estratégia, existe outra mais adequada (que estará com o símbolo “●”). Por exemplo, o tipo INFP tem sua estratégia composta por: Teoria Completa, Leituras Adicionais e Exercícios em Grupo.	72
C.1	Comportamento dos alunos da turma \mathcal{B} do experimento por sessão, onde “○” indica comportamento que não exige alteração da estratégia <i>dinâmica</i> adotada para a próxima sessão e “●” indica comportamento que exige alteração.	74

C.2	Comportamento dos alunos da turma \mathcal{A} do experimento por sessão, onde “o” indica comportamento que não exige alteração da estratégia <i>dinâmica</i> adotada para a próxima sessão e “●” indica comportamento que exige alteração.	75
C.3	Comportamento dos alunos da turma \mathcal{A} do experimento por sessão, onde “o” indica comportamento que não exige alteração da estratégia <i>estática</i> adotada para a próxima sessão e “●” indica comportamento que exige alteração.	76

Lista de Figuras

2.1	Arquitetura básica de um STI (Woolf, 1992).	16
3.1	Diagrama de classes simplificado do protótipo SócrateS. Os nomes das classes foram abreviados da seguinte maneira: AnalResposta - Análise de resposta; ContResposta - Contra resposta; ConjResposta - Conjunto de respostas; ConjExercicio - Conjunto de exercícios; TeorResumida - Teoria resumida; TeorCompleta - Teoria completa; LeitAdicional - Leituras adicionais; HistAcesso - Histórico de acesso; HistAcesEmenta - Histórico de acesso à ementa; HistExercicio - Histórico de resolução de exercícios; HistExerGrupo - Histórico de resolução de exercícios em grupo.	26
3.2	SócrateS: Tela de identificação do usuário.	27
3.3	SócrateS: Tela de identificação do perfil psicológico do aluno (MBTI®). . .	28
3.4	SócrateS: Tela de escolha do curso, disciplina e tópico a ser estudado. . . .	29
3.5	SócrateS: Tela de motivação e aplicação (adequada à preferência senso). . .	30
3.6	SócrateS: Tela de objetivos (adequada à preferência razão.)	31
3.7	SócrateS: Tela de teoria resumida (adequada à preferência julgamento). Para a preferência percepção, basta alterar o conteúdo pela teoria completa.	32
3.8	SócrateS: Tela de exercício individual com auxílio do tutor (adequada à preferência julgamento).	33
3.9	SócrateS: Tela de leituras adicionais (adequada à preferência percepção). .	34
3.10	SócrateS: Tela de debate de exercício em grupo (adequada às preferências emoção e extroversão). A tela sobreposta mostra as opiniões dos alunos da mesma equipe.	35
3.11	SócrateS: Tela de fechamento da discussão do exercício em grupo.	36
3.12	Extensão administrativa do SócrateS: Monitoramento de acessos ao sistema.	39
3.13	Extensão administrativa do SócrateS: Estatísticas de alteração das estratégias de ensino propostas pelo sistema ao aluno (barras em verde claro representam acessos a páginas com táticas que pertencem à estratégia proposta e barras em vermelho escuro às páginas com táticas que não pertencem). . .	40

3.14	Extensão administrativa do SócrateS: Histórico de acessos detalhado por aluno.	41
3.15	Exemplo de tela do SócrateS acessada por um aluno da turma \mathcal{A} . Por não apresentar o roteiro de estudo, os alunos desta turma não são induzidos a seguir passos pré-definidos e exploram o ambiente através do menu da forma como quiserem. Esta tela é equivalente a da Figura 3.6, exceto por não apresentar o roteiro de estudo.	43
3.16	Exemplo de comportamento de um aluno A qualquer que pode caracterizar um sucesso aparente da adoção dinâmica de estratégias de ensino.	44
3.17	Exemplo de média dos comportamentos de dois alunos A e B quaisquer para análise de sucesso/fracasso da proposta de adoção dinâmica de estratégias de ensino.	45
3.18	Comportamento do aluno A normalizado em sete sessões. Suas características são exatamente iguais as do gráfico da Figura 3.16 para três sessões.	46
3.19	Comportamentos dos alunos A e B normalizados em sete sessões e a média deles. Suas características são exatamente iguais as do gráfico da Figura 3.17 para três sessões.	48
4.1	Preferências dos alunos das turmas \mathcal{A} e \mathcal{B} segundo o indicador MBTI®.	49
4.2	Média dos comportamentos dos alunos da turma \mathcal{B} segundo a necessidade de alteração da estratégia de ensino dinâmica usada a cada sessão.	52
4.3	Média dos comportamentos dos alunos da turma \mathcal{A} segundo a necessidade de alteração da estratégia de ensino dinâmica que poderia ter sido usada a cada sessão.	54
4.4	Média dos comportamentos dos alunos da turma \mathcal{A} segundo a necessidade de alteração da estratégia de ensino estática que poderia ter sido usada a cada sessão.	55

Resumo

O Ensino a Distância (EAD) tem tido grande importância para muitas empresas e instituições de ensino do mundo todo. No entanto, esta forma de ensino tem sido muito questionada, principalmente pela carência de estratégias pedagógicas. Dentre várias abordagens de EAD existentes, o sistema tutor inteligente (STI) apresenta uma arquitetura adequada para compor e adotar estratégias de ensino segundo o perfil de cada aluno. No entanto, sua construção ainda apresenta um custo elevado, exigindo STI's diferentes para domínios diferentes.

Este trabalho propõe a construção de um sistema de auxílio ao professor no ensino-aprendizado extra-classe de múltiplos domínios (sem a necessidade de reconstrução do sistema) que realize uma avaliação emocional do aluno e adote estratégias de ensino dinamicamente segundo seu perfil. Para tanto, inicialmente, um questionário MBTI[®] é respondido pelos alunos para identificação de suas preferências e uma estratégia é composta pelas táticas de ensino mais adequadas a essas preferências. Embora o sistema proponha um roteiro de estudo adequado a cada aluno, este é livre para estudar o que e como quiser. A cada visita ao sistema, um algoritmo faz a reconstrução dinâmica deste roteiro de acordo com o comportamento e perfil do aluno.

O protótipo deste sistema intitulado SócrateS foi construído para ensino do tópico de recursão em programação de computadores e testado por alunos de graduação da UNICAMP. Embora este seja apenas um tópico, o SócrateS pode gerenciar diversos tópicos de várias disciplinas de um ou mais cursos. Como resultado do experimento realizado, mais de 96% dos alunos consideraram importante o uso das várias táticas de ensino. A facilidade de aprender e relembrar como usar o sistema, bem como a sua utilidade de aplicação em outras disciplinas foram consideradas excelentes; já a velocidade de execução das tarefas e a capacidade de evitar que o usuário cometa erros foram avaliadas com bons resultados. Por fim, a análise do comportamento destes alunos revelou que a implementação da adoção dinâmica de estratégias de ensino se adaptou melhor ao perfil deles do que uma abordagem estática.

Embora as análises feitas indiquem um sucesso da proposta dinâmica onde o roteiro de estudo sugerido precisava ser alterado em menos de um $\frac{1}{3}$ das visitas ao sistema, é

com maior cautela que se questiona este sucesso devido à possibilidade do aluno estar se adequando ao sistema ao invés do sistema se adequar a ele. Acredita-se que trabalhos futuros possam chegar a conclusões mais sólidas implementando outros cursos de diversas áreas com ementas que abordem a fundo uma maior quantidade de tópicos.

Abstract

Distance Learning achieved a great importance for most corporations, including schools, universities and many other teaching institutes around the world. However, this importance has been discussed considering its lack on pedagogical strategies. Among several approaches, the intelligent tutoring system (ITS) presents an appropriate architecture to compound and adopt teaching strategies according to each student's profile. Anyway, its construction requires a high cost development, demanding different ITS's for different domains.

This work evokes the construction of a system to support the teacher in the off-line education of multiple domains (without the need of the system rebuilding), which performs the student emotional evaluation and adopts teaching strategies dynamically according to his profile. For doing so, initially, the student answers a MBTI[®] questionnaire to help the system identify his preferences, allowing the building of a strategy compounded of teaching tactics suited to them. Although the system proposes a study guide adequate to each student, he is able to study what and in the way he wants. Each time he visits the system, an algorithm makes the dynamic reconstruction of the study guide according to the student's behavior and profile.

The system prototype, called SócrateS, was built for the teaching of recursion in computers programming, being tested by undergraduate students of UNICAMP. Although this was just one topic, SócrateS can manage several topics of multiple course disciplines. As a result of the experiment taken, more than 96% of the students considered important the use of many teaching tactics. The system's easy of learn, memorability and utility to use in other disciplines were also considered excellent and it's efficiency and safety were evaluated with good results. Finally, the analyze of the student's behavior revealed that the implementation of the dynamic teaching strategy adoption had a better adaptation to their profile than a static approach could have.

Despite the analyzes done indicate a success of the dynamic approach where the study guide suggested had to change in less than $\frac{1}{3}$ of the student's visit to the system, more precaution should be taken on that. There could be a disagreement with this success, arguing the possibility of a student's adaptation to the system, and not the

other way around. We believe future research can reach into more concrete conclusions, implementing other courses of different areas boarding deeper topics.

Capítulo 1

Introdução

A Era da Informação e do Conhecimento tem inserido novos e importantes conceitos que regem atualmente as prioridades de atenção na maioria das entidades educacionais e principalmente dentro do contexto empresarial moderno. Competição, mudanças tecnológicas em curto espaço de tempo, necessidade de treinamento constante, globalização, especialização e tantos outros termos têm surgido neste cenário exigindo soluções para controlar e gerenciar todo o volume de informação disponível.

Como resultado da evolução das tecnologias e o advento da Internet, nasce uma nova classe de sistemas computacionais capazes de se comunicarem por essa rede mundial na tentativa de modernizarem um conceito já existente há pelo menos 160 anos atrás: educação a distância. Chamados de *e-learning*, tais sistemas ganharam uma enorme popularidade principalmente em grandes empresas por se mostrarem eficientes na solução de problemas em curto prazo. Como um exemplo simples, suponha-se uma organização qualquer que emprega 50 funcionários. Treiná-los para usar uma nova tecnologia no período de uma semana com um professor contratado para isso provavelmente não seria problema algum; mas se essa empresa for uma multinacional com filiais em vários estados do país empregando mais de 500 funcionários parece evidente que a mesma estratégia não irá funcionar. Custos elevados e limites de prazos serão certamente violados gerando dificuldades financeiras para a empresa.

Sendo assim, a proposta do e-learning ganhou grande impulso chegando à marca de um milhão de cursos via Internet implantados em todo o mundo até o ano de 2000. Previsões de outubro de 2003 da empresa e-Marketer estimaram um crescimento no mercado de sete para 50 bilhões de dólares anuais (entre 2002 e 2010). Na América Latina, Brasil e México já possuem a liderança do setor com 41% de suas empresas aplicando e-learning. Por este panorama, já é possível enxergar empresas como IBM e Lucent Wireless University alcançando mais de 1000% de retorno de investimento das suas implementações de e-learning.

No entanto, embora estes dados possam gerar um certo entusiasmo quanto ao setor, é importante destacar as falhas dessa abordagem de ensino. Segundo pesquisa realizada em setembro de 2003 pelo Portal E-Learning Brasil, 64% das organizações corporativas e acadêmicas brasileiras consideram como apenas razoável a qualidade dos programas e cursos de e-learning desenvolvidos nacionalmente (e-Learning Brasil - Qualidade..., 2003). Em sua maioria, elas acreditam que os principais fatores a serem melhorados são os aspectos didáticos dos cursos, tais como recursos motivacionais, existência de objetivos instrucionais, prática com *feedback* e carga informacional. Esta preocupação com a melhoria das estratégias pedagógicas utilizadas nestes sistemas já foi identificada nos trabalhos de Bercht (1997), Jaques (1998) e Menezes et al. (1998) citados por Moissa et al. (2001). Eles sugerem uma avaliação emocional do aluno para tratamento diferenciado, como pode ocorrer em um ambiente de ensino presencial.

Para realizar esta avaliação psicológica do aluno e adotar estratégias pedagógicas de acordo com ela, é possível usar o questionário MBTI[®]. Trata-se de um identificador de preferências baseado em estudos de Carl Jung (um dos fundadores da psicanálise moderna) e validado por mais de 35 anos de pesquisa científica, sendo utilizado por mais de dois milhões de pessoas só no ano de 2000. Brightman (2001) propõe um conjunto de táticas de ensino relacionadas às preferências do MBTI[®] e adequadas para aplicação em salas de aula. No entanto, a implementação destas táticas na forma de algoritmos exige uma arquitetura de software que consiga gerenciar os alunos e o domínio a ser lecionado através de um módulo pedagógico. Essa necessidade tem sido suprida na área de Inteligência Artificial (IA) por sistemas tutores inteligentes (STI's) e ambientes de ensino inteligentes (ILE - *Intelligent Learning Environment*).

Este trabalho elabora uma abordagem para criação de um sistema de ensino-aprendizado que atinja os resultados qualitativos educacionais desejados através de sua aplicação extra-classe com caráter complementar ao trabalho educacional do professor em sala de aula. Para tanto, um protótipo deste sistema foi construído com o nome de SócrateS mantendo a arquitetura básica de um STI e uma modelagem simples do domínio através de hipertextos, evitando reconstrução do sistema para tratar diferentes áreas de estudo. O protótipo usa o questionário MBTI[®] no primeiro contato com o aluno e escolhe as táticas de ensino mais adequadas ao seu perfil, agrupando-as em um roteiro de estudo. A partir daí, o módulo pedagógico do sistema faz alterações neste roteiro de acordo com o comportamento do aluno, caracterizando uma abordagem de adoção dinâmica de estratégias de ensino. Na tentativa de validar o SócrateS, foi realizado um experimento cujos resultados obtidos favorecem esta proposta de ensino e garantem bons índices de usabilidade ao protótipo.

Esta dissertação está organizada da seguinte maneira: no segundo capítulo é feita uma revisão teórica de ensino a distância, revendo seu histórico, importância na atualidade e

cuidados de implementação; ainda neste capítulo, faz-se uma ligação entre as áreas de IA e educação para apresentar as origens da arquitetura usada no sistema e a apresentação do indicador MBTI®. O terceiro capítulo faz uma breve caracterização da modelagem do protótipo SócrateS desenvolvido e da metodologia a ser usada na análise dos resultados. Em seguida, o quarto capítulo apresenta e discute os resultados da validação do protótipo e, finalmente, o quinto capítulo faz algumas considerações finais e projeções de pesquisas futuras.

Capítulo 2

Referencial Teórico

Várias são as definições dadas aos termos Ensino a Distância e Educação a Distância. Embora os termos apresentem uma diferença clara quanto às suas abrangências, a maioria dos trabalhos desenvolvidos nesta área desconsidera tais minúcias de desigualdades, tratando estes e outros termos correlatos como sinônimos. O *World Bank Web Site* resume os termos da seguinte forma:

- Educação a Distância: ensino e aprendizado no qual o aprendizado normalmente ocorre em um local diferente do ensino;
- Ensino a Distância: termo comumente usado como sinônimo para educação a distância, o que não é estritamente correto, visto que educação a distância inclui ensino e aprendizado.

Neste trabalho, o termo ensino a distância também será usado como sinônimo de educação a distância, o que, embora venha a expandir sua verdadeira abrangência, mantém o padrão usado na literatura.

2.1 Ensino a Distância (EAD)

2.1.1 Histórico

O ensino a distância tem suas origens na metade do século XIX. Uma das primeiras variantes do ensino a distância surgiu em 1836 na Universidade de Londres, Inglaterra. Em 1840, os ingleses criaram o correio escrito com Isaac Pitman enviando por correspondência curtas instruções escritas à mão. Mais tarde, em 1856, o ensino a distância por correspondência, também foi estabelecido na Alemanha por Charles Toussaint e Gustav Langenscheidt para o ensino de línguas. Estudos por correspondência atravessaram o

Atlântico em 1873 com Anna Tickner, incentivando o estudo em casa (Demiray & Isman, 2003). Nos anos seguintes, o ensino a distância a nível universitário, se difundiu pelos Estados Unidos, sendo que o ensino de cursos acadêmicos e vocacionais por correspondência ganhou maior popularidade por volta de 1900. Com a invenção do ensino via rádio, na década de 1920, e o advento da televisão, por volta de 1940, o ensino a distância ganha novos rumos e possibilidades de aplicação. Vários educadores usaram estas novas tecnologias para difundir programas educacionais a milhares de alunos (History..., 2003).

Passos gigantes em qualidade e quantidade de provisões foram dados em 1970 com as universidades abertas da Europa. O desenvolvimento de sistemas de telefonia a longa distância no início do século passado também aumentaram a capacidade dos educadores de alcançar novas populações de alunos, mas a telefonia nunca teve um papel tão importante até o surgimento das tecnologias de teleconferência nas décadas de 1980 e 1990. É nesta época que o e-learning desponta como uma nova forma de ensino a distância após a Revolução Eletrônica da década de 1980. Experiências de cursos e vídeo conferências transmitidos por satélites e outras tecnologias de transmissão aliadas a *World Wide Web* (WWW), deram às universidades e empresas de todo o mundo um novo conceito de ensino a distância.

Atualmente, em alguns poucos programas de ensino a distância existentes no mundo, tem-se um panorama considerado como futurístico, onde os computadores pessoais possuem *web* câmeras, microfones e redes avançadas e a combinação destes e outros fatores ajudam a criar salas de aula virtuais. Alunos de diferentes escolas podem assistir a aulas com um mesmo professor e este ser capaz de observá-los em um monitor, trazendo de volta algumas características do ensino tradicional, como o contato visual e os debates face-a-face (Demiray & Isman, 2003).

2.1.2 Importância na Atualidade

A década de 1980 marcou grandes evoluções na eletrônica, trazendo novas tecnologias para o ensino a distância. Desde então, aliado a novas perspectivas de mídias e metodologias de ensino, o EAD apresentou um crescimento jamais visto com o e-learning. Alguns dados podem caracterizar melhor esta ascensão:

- Em 2000, havia em torno de um milhão de cursos via Internet em todo o mundo (Chapter 3..., 2003);
- Uma avaliação realizada em janeiro de 2003 pela empresa Nucleus Research revelou que empresas como IBM e Lucent Wireless University alcançaram mais de 1000% de retorno de investimento das implementações de e-learning. Fizeram isso tanto reduzindo custos de viagem para treinamento em suas empresas quanto impactando a produtividade e outras áreas beneficiadas (e-Learning Brasil - Dados..., 2003);

- Um estudo do IDC (*International Data Corporation*), realizado em setembro de 2003, estima que o mercado europeu de e-learning será de quatro milhões em 2004. Ele aponta o crescimento do setor na Europa que pretende treinar, a um custo mais baixo, sua mão-de-obra dispersa geograficamente (e-Learning Brasil - Dados..., 2003);
- Em outubro de 2003, a empresa e-Marketer (uma das principais analistas internacionais da Internet) concluiu que, até 2010, o mercado do e-learning poderá passar dos sete bilhões (2002) para 50 bilhões de dólares anuais (e-Learning Brasil - Dados..., 2003);

O Brasil também começa a ganhar prestígio mundial neste setor, como pode ser visto a seguir:

- Segundo a Associação Brasileira de Ensino a Distância, em abril de 2003, 1,2 milhão de pessoas faziam cursos à distância no Brasil, sendo 200 mil por meio do e-learning;
- Estudo feito pela Cisco System em agosto de 2003 com executivos latino-americanos, mostra que o Brasil e o México possuem 41% de suas empresas aplicando e-learning, o que lhes garante a liderança do setor na América Latina (e-Learning Brasil - Dados..., 2003);
- O portal e-Learning Brasil já identificou 321 organizações brasileiras que utilizam o e-learning, representando um crescimento de 27% em relação ao ano passado. Em 1999, havia apenas cinco organizações.

Embora estes dados revelem uma certa confiança nesta forma de ensino, muito há que se discutir quanto aos seus cuidados de implementação ou ainda quanto a sua própria ideologia. A seção a seguir trata destas questões para caracterizar melhor o cenário no qual este trabalho está inserido.

2.1.3 Cuidados com o uso de EAD

O Ensino a Distância tem se tornado tema de estudo e discussão na última década em todo o mundo, principalmente quando agregado ao conceito de e-learning. Embora as principais questões quanto ao EAD estejam em um nível bem superior ao conceitual, talvez este seja um dos melhores pontos de partida para a elaboração de uma boa base teórica.

Uma vez que a definição do termo é dada pela distância entre os locais de ensino e aprendizado, tem-se então a palavra chave para a constituição do conceito. E daí o

questionamento: Qual seria esta distância? Em outras palavras, onde quer que existam duas entidades físicas conectadas por um relacionamento, deve haver alguma distância física entre elas (por menor que seja). Sendo assim, qual deveria ser a distância mínima para que a segunda entidade já possa ser considerada distante o suficiente da primeira de tal forma que o ensino seja caracterizado como a distância? Talvez esta não seja apenas uma questão de rearranjo semântico da definição. Isto porque, se a resposta for basear a distância em algum conjunto arbitrário de intervenções tecnológicas, então o que se está fazendo é nada mais do que classificar educação pela seleção da mídia utilizada. Talvez não seja essa a verdadeira intenção dos educadores. O critério que se tem usado para identificar se um dado processo de ensino condiz com o ensino a distância está tão intuitivo que o bom senso se torna o único responsável por esse veredicto e não a própria definição teórica do termo. Do contrário, qualquer sala de aula se enquadraria na definição de ensino a distância. Embora esse problema pareça assumir uma pequena relevância dentro dessa área de estudo, é possível que seja um dos responsáveis pela dificuldade na constituição de uma base teórica sólida para a mesma.

O estabelecimento dos limites entre o ensino a distância e o ensino convencional com professores e alunos dentro de uma sala de aula se torna ainda mais nebuloso quando caracterizado por Keegan (1996), uma referência clássica nesta área. Segundo ele, cinco são as principais características do EAD que o distingue do ensino tradicional:

1. A separação quase permanente entre professor e aluno durante o processo de ensino (que distingue do ensino convencional face-a-face);
2. A influência de uma organização educacional no planejamento e preparação do material de ensino e no fornecimento de serviços de suporte aos alunos (que distingue do estudo privado e dos programas “aprenda sozinho”);
3. O uso de mídias diferentes, como o áudio, vídeo, computador ou mesmo a Internet, para unir professor e aluno e carregar o conteúdo do curso;
4. O fornecimento de duas vias de comunicação para que o aluno possa se beneficiar delas até mesmo iniciando os diálogos (que distingue dos outros usos da tecnologia em educação);
5. A quase permanente ausência do grupo de aprendizado durante o processo de aprendizado, onde as pessoas são comumente ensinadas individualmente, e não coletivamente (com a possibilidade de encontros ocasionais, tanto face-a-face quanto por meios eletrônicos, para ambos propósitos didático e sociológico).

Quase todas estas características são questionáveis quanto à suposta distinção do ensino convencional. Quanto ao primeiro item, algum crédito pode ser dado dentro do

que a distância física entre professor e aluno no ensino a distância é verdadeiramente maior que no tradicional (embora se possa especular quanto ao fato de que, na maioria das vezes, ambos professores e alunos não sentem esta proximidade mesmo em uma sala de aula). Já os itens seguintes claramente definem ambas as formas de ensino. Pelo item dois, fica a idéia de que apenas no ensino a distância a organização educacional possui grande influência por planejar e preparar o material de ensino a ser fornecido aos alunos, o que é errado. No ensino convencional, muitas instituições definem programas, aprovam cursos e em muitos casos escolhem os livros e todo o material de ensino a ser utilizado. Já pelo item três, parece que o professor em sala de aula não possui mídias diferentes para apresentação do conteúdo. A falha neste item é clara, visto que os professores usam dos recursos mais variados em uma sala de aula na tentativa de construir o conhecimento junto com os alunos (como giz, pincel, retroprojeter, *datashow*, voz, gestos, impressão, etc.). Quanto à comunicação de duas vias do quarto item, fica a impressão de que apenas o professor tem o direito de falar no ensino tradicional, impedindo seus alunos de fazerem quaisquer perguntas quanto ao tema lecionado. O quinto item também gera dúvidas, visto que a maioria dos professores exige que seus alunos façam exercícios individualmente, sem “colar” respostas, ao invés de incentivar a formação de grupos e o aprendizado coletivo. A questão que fica é: Se as características definidas por Keegan estiverem corretas, porque uma sala de aula não pode ser considerada uma forma de ensino a distância?

Deixando um pouco de lado estes questionamentos teóricos e enfocando a prática da aplicação do EAD na forma do e-learning, apresenta-se a seguir o resumo conclusivo de uma pesquisa realizada pelo portal e-Learning Brasil durante os meses de agosto e setembro de 2003 que analisou as principais exigências das organizações sobre a qualidade dos cursos desenvolvidos por fornecedores nacionais de conteúdo para e-learning. Os setores de atividade das organizações que responderam à pesquisa foram dos mais diversos (treinamento, produtos industriais, governo, farmacêutico, energia, bancos, consultoria, etc.), com destaque pela grande maioria dos de educação, tecnologias e e-learning (e-Learning Brasil - Qualidade..., 2003):

1. 64% das organizações acham que a qualidade dos cursos desenvolvidos nacionalmente tem sido razoável; 25% responderam ser ótima e 11% responderam ser ruim.
2. 39% das organizações consideram que os aspectos didáticos dos cursos, como recursos motivacionais, existência de objetivos instrucionais, prática com feedback e carga informacional podem ser melhorados (das demais organizações, 25% identificaram necessidade de melhoria nos processos avaliacionais, 18% dos recursos de multimídia e 18% de características de interface para melhor conduta do usuário).

Pelo primeiro item, é possível notar que as organizações concordam que certos fatores de implementação do e-learning precisam ser revistos para a melhoria do mesmo. No

entanto, embora a maioria das empresas considere apenas razoável a qualidade dos cursos atualmente desenvolvidos, elas têm investido muitos de seus recursos nesta forma de ensino (seção 2.1.2). O motivo aparentemente contraditório destes investimentos não é o de maior retorno financeiro por evitar deslocamento de funcionários e especialistas para a realização de treinamentos. Se assim o fosse, a médio e longo prazo a empresa poderia perder quantias ainda maiores caso o aprendizado de seus funcionários tivesse sido falho. Como já visto, o e-learning surgiu há menos de 30 anos e tem recursos tecnológicos para usar das mais diversas mídias, formas de comunicação e artifícios pedagógicos possíveis. Realmente parece se tratar de uma criança em desenvolvimento e talvez estas organizações acreditem em seu potencial, mesmo sabendo que levarão algum tempo para conduzir esse crescimento. A questão é como fazer isso. O segundo item dos resultados da pesquisa mostra o que estas organizações consideraram como fator urgente a ser aprimorado nos cursos de e-learning: melhoria dos aspectos didáticos dos cursos. Essa preocupação pode indicar a necessidade de uma nova abordagem para a construção de sistemas de e-learning.

Em resumo, talvez o termo *ensino a distância* tenha tido uma má aplicação tanto na teoria quanto na prática. Segundo Fagerberg et al. (2002), o aprendizado (que deveria ser parte desta abordagem educacional) é definido como uma atividade ou processo responsável por alterar as percepções, atitudes ou habilidades cognitivas ou físicas de um indivíduo. Mesmo que a simples introdução de novos recursos tecnológicos seja suficiente para a constituição de uma nova forma de ensino, uma vez mal conduzido este aprendizado, apenas conhecimentos de baixo nível e fatos baseados em uma visão simplista serão abordados. Em outras palavras, não serão alcançadas mudanças de comportamento do indivíduo caracterizadas por uma alteração em sua compreensão, raciocínio e julgamento dos fatos. Não há dúvidas de que tais metas de aprendizado de alto nível são muito difíceis de serem planejadas. Mas a simples indiferença quanto a elas causada pelo confiança em novas “soluções” tecnológicas pode nunca levar a um aprendizado efetivo.

Em conformidade com a busca por melhorias na didática de ensino (reveladas na pesquisa do portal e-Learning Brasil), segundo Moissa et al. (2001), os trabalhos de Bercht (1997), Jaques (1998) e Menezes et al. (1998) apontam a necessidade de uma avaliação emocional do aluno, correspondente a avaliação informal que pode ser realizada num ambiente de ensino presencial. Sendo assim, faz-se necessário uma re-elaboração da didática aplicada no ensino a distância por meio do estudo e aplicação de estratégias de ensino diferenciadas e adaptadas às preferências do aluno segundo seu perfil psicológico. A Inteligência Artificial é uma das áreas de estudo promissoras à atividade de ensino em conjunto com as Ciências Cognitivas. Acredita-se que seu estudo possa contribuir muito para a construção da arquitetura de um sistema gerenciador de aprendizado que dê suporte a aplicação dessas estratégias de ensino adaptadas ao perfil do aluno. A seção a seguir apresenta a teoria que dá suporte à criação deste sistema.

2.2 Inteligência Artificial & Educação (IA & ED)

A Inteligência Artificial (IA) como área de pesquisa sofreu “altos e baixos” desde sua criação por volta de 1950. Impulsionada por vários pesquisadores, como Alan Turing, Marvin Minsky, John McCarthy e Allen Newell, a IA encontra-se hoje em um estágio mais desenvolvido, fornecendo grandes contribuições para a educação, como se pode ver em Beck & Stern (1999) e Andriessen & Sandberg (1999). A seguir, é feita a contextualização histórica deste campo para caracterizar sua conexão com o ensino, formando as bases para a IA & ED, que constituem o escopo técnico e teórico usado neste trabalho.

2.2.1 Primeiros Sistemas Educacionais

Iniciando-se por volta de 1960, o conjunto de programas auxiliares ao ensino gerados eram extremamente limitados. Treinamento Baseado em Computadores (CBT - *Computer-Based Training*) e Instruções Auxiliadas por Computadores (CAI - *Computer Aided Instruction*) foram os primeiros sistemas desenvolvidos como tentativas de ensino por computador (Beck, Stern & Haugsjaa, 1998). De cunho comportamentalista, as lições eram preparadas sobre um assunto específico e restava ao usuário apenas o trabalho de “virar a página”. Os sistemas gerados funcionavam como um livro digital, não havendo distinção alguma entre os vários níveis de conhecimento dos alunos, tampouco a geração de problemas e comentários diferenciados (Feigenbaum & Barr, 1982).

No final da década de 1960 e início da de 1970, muitos pesquisadores passaram a desenvolver sistemas que alteravam o fornecimento de novos materiais de acordo com o histórico de respostas dos estudantes. Conhecidos como *Drill & Practice*, estes foram os primeiros sistemas a modelarem o aluno, embora esta modelagem fosse apenas comportamental e não de seus estados de conhecimento (Urban-Lurain, 1996).

2.2.2 Surgimento dos Sistemas Tutores Inteligentes (STI)

No final da década de 1970, surge uma nova geração de programas educacionais. Contribuições substanciais de áreas como Inteligência Artificial e Psicologia Cognitiva fazem com que as lições já não mais sejam apresentadas seguindo sempre um mesmo procedimento de ensino. Em outras palavras, o domínio a ser ensinado ganha independência e é apresentado de diversas formas, seguindo estratégias de ensino diferentes. Tais sistemas passaram a se chamar ICAI (*Intelligent Computer Assisted Instruction*). Em 1982, segundo Urban-Lurain (1996), Sleeman e Brown foram os primeiros a usar o termo Sistemas Tutores Inteligentes para descrever tais sistemas.

Konzen (1999) define STI's como sistemas computacionais que incorporam técnicas de áreas como Inteligência Artificial, Psicologia Cognitiva, dentre outras, com o objetivo de

saber *o que* ensinar, *a quem* ensinar e *como* ensinar. Segundo Viccari (1998), a arquitetura de um STI pode possuir várias particularidades e se diferenciar de outras por necessidades específicas de cada caso. No entanto, todas apresentam uma organização básica. Woolf (1992) identificou quatro módulos básicos na construção de um STI: módulo do aprendiz, módulo pedagógico, módulo do domínio e módulo de comunicação. A Figura 2.1 mostra como estes módulos se relacionam.

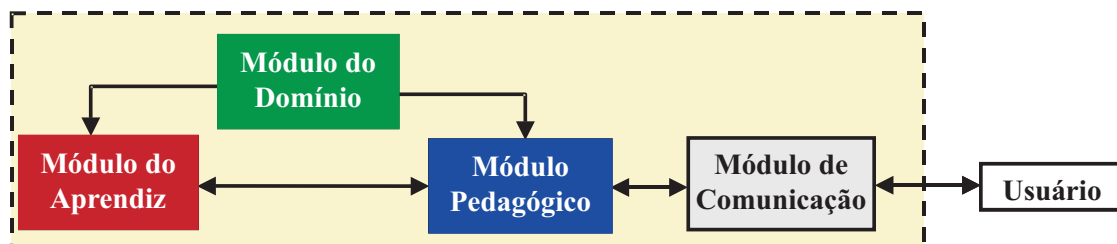


Figura 2.1: Arquitetura básica de um STI (Woolf, 1992).

- O *módulo do aprendiz* reflete tudo aquilo que o sistema acredita ser do conhecimento do aprendiz.
- O *módulo do domínio* armazena todo o conhecimento do especialista sobre o tema a ser ensinado ao aluno. A representação deste conhecimento pode se dar por diversas formas: redes semânticas, regras de produção, *frames*, *scripts*, orientação a objetos, lógica, dentre outras. Isto implica em dizer que o conteúdo a ser ensinado deve ser armazenado neste módulo em uma base de conhecimento e não em uma base de dados.
- O *módulo pedagógico* é o responsável pela tomada de decisão dentro do STI. Quando um aluno faz uma requisição ao STI, o módulo pedagógico é responsável por: consultar os dados deste aluno no módulo do aprendiz (desempenho, objetivos, motivação, perfil psicológico, etc.); selecionar uma estratégia de ensino que melhor se enquadre no perfil deste aluno e construir o material a ser exibido usando informações e documentos presentes no módulo do domínio, sendo estes igualmente escolhidos segundo a estratégia de ensino adotada.
- O *módulo de comunicação* é a interface de interação com o aluno. Uma das grandes preocupações aqui é a de encontrar a melhor forma de apresentação do conteúdo ao usuário. Isto implica na decisão correta da metáfora a ser usada na interação com o estudante.

2.2.3 Queda do Entusiasmo com STI's e Ascensão das Ciências Cognitivas

Durante o período entre as décadas de 1970 e 1980, os psicólogos educacionais questionavam as crenças do comportamentalismo, surgindo as teorias de aprendizado de Piaget e o construtivismo. Ainda nos dias de hoje existe uma grande atenção quanto ao uso destas teorias em STI (Arroyo et al., 2000; Arroyo et al., 1999). Na metade da década de 1980, com o amadurecimento da IA, muito daquele entusiasmo pela criação de computadores “pensantes” caiu por terra. Rosenberg (1987) citado por Urban-Lurain (1996) percebeu que a maioria dos trabalhos em STI fazia pouca referência à literatura de educação, sendo a maioria deles voltada para a computação.

Em 1987, Wenger fez uma revisão dentro da área de STI que demonstra o seu desenvolvimento desde os últimos cinco anos após a síntese de Sleeman e Brown (Wenger, 1987). Ele considera STI como uma parte da comunicação de conhecimento e dá enfoque aos aspectos cognitivos e de aprendizado, além de outras questões sobre IA. Segundo Urban-Lurain (1996), sua proposta pode ser considerada a base para uma nova disciplina que combina os trabalhos de pesquisadores de IA, ciências cognitivas e educação.

“... considere novamente o exemplo dos livros: com certeza eles superaram as pessoas na precisão e permanência de memória, além de sua paciência. Por esta razão, são de valor inestimável para a humanidade. Imagine agora livros ativos que podem interagir com o leitor para comunicar conhecimento a um nível apropriado, destacando seletivamente as interconexões e ramificações dos itens, trazendo de volta informações relevantes, inferindo a compreensão, explicando áreas complexas com maior profundidade, contornando temas provavelmente já conhecidos ... sistemas inteligentes para comunicação de conhecimento são um sonho desejável e atrativo.” (Wenger, 1987)¹.

Wenger ressalta que, na metade da década de 1980, existiam duas visões opostas de STI: a visão tradicional de computadores como aparelhos para entrega de conteúdo e a visão emergente de computadores como uma ferramenta para aprendizado exploratório. Segundo ele, a visão de STI como ferramenta para comunicação de conhecimento permite a união dessas duas visões aparentemente opostas de STI.

2.2.4 Novas Tendências de Aplicação da IA à Educação

No final da década de 1980 e início de 1990, trabalhos como os de Wenger (1987) e Anderson (1993) caracterizavam uma posição de mudança natural dos rumos da IA para

¹Página 6.

as ciências cognitivas dentro do aspecto educacional. Com uma postura semelhante, Andriessen & Sandberg (1999) enxergam a mudança do papel de pesquisa da IA para o de suporte, mudando o foco de encontrar novas técnicas e domínios de ensino para o de ensinar usando um computador. Por outro lado, não dispensam a área de estudo e afirmam que novas tecnologias e técnicas de IA podem ser combinadas de forma proveitosa para a criação de aplicações de ensino. Beck & Stern (1999) apresentam várias dessas técnicas como complementares aos processos de desenvolvimento atualmente empregados em STI's, tais como: aprendizado de máquinas (na modelagem do aluno e das regras pedagógicas de ensino), redes bayesianas (no fornecimento de dicas aos alunos e determinação de seus objetivos), inferência sobre incertezas e lógica *Fuzzy*.

Uma outra abordagem para construção de sistemas educacionais é chamada Ambientes de Aprendizado Inteligente (ILE - *Intelligent Learning Environment*), também chamada de Sistemas Tutores Cooperativos ou ainda Sistemas de Aprendizagem Social (Alves et al., 1997). Crews (1995) define ILE's como sistemas construtivistas que buscam incorporar aspectos benéficos de sistemas tutores e ferramentas cognitivas. Muitos desenvolvedores de sistemas educacionais consideram STI e ILE como formas diferentes ou até mesmo contraditórias de uso do computador na educação. No entanto, Brusilovsky & Pesin (1994) apontam o sucesso dos ILE's Smithtown (Shute & Glaser, 1990) e Sherlock (Lajoie & Lesgold, 1989) como evidências de que STI e ILE não são contraditórios, mas sim, complementares. STI's são capazes de controlar o aprendizado de maneira adaptativa em vários níveis, mas geralmente não fornecem ferramentas que dão suporte a uma livre exploração. Por outro lado, ILE's suportam aprendizado exploratório, mas perdem no controle oferecido pelo tutor inteligente. Sem este controle, o estudante comumente trabalha de forma ineficiente podendo nunca descobrir atributos importantes do tema em estudo.

2.3 IA & EAD - Desenvolvimento da Proposta

O uso de STI's no ensino a distância não se trata de uma grande novidade. Trabalhos como os de Brusilovsky (1995) e Stern (1996) já discutiam o assunto há quase 10 anos atrás. A união proposta das áreas de IA e EAD via Internet garante maior flexibilidade tanto na facilidade de entrega de conteúdo quanto para a atualização do mesmo, além de amenizar algumas das questões teóricas quanto ao ensino-aprendizado coletivo. No entanto, o custo para a construção destes sistemas continua muito alto, uma vez que a elaboração de domínios diferentes (estrutura, material teórico, conjunto de problemas, dicas, estratégias de ensino, etc.) requerem STI's diferentes.

Tendo em mente estes e todos os pontos até então discutidos, o trabalho aqui descrito propõe uma solução computacional para o auxílio do professor no ensino-aprendizado

extra-classe de múltiplos domínios (sem a necessidade de reconstrução do sistema) que realize uma avaliação emocional do aluno e adote estratégias de ensino segundo seu perfil (como discutido na seção 2.1.3). Esta solução objetiva não perder o controle adaptativo do aprendizado fornecido pelos STI's além do aprendizado coletivo e exploratório fornecido pelos ILE's. Para tanto, ela assume a arquitetura básica de um STI onde a modelagem do domínio é feita simplesmente através de hipertextos (menor custo e maior reuso) e o módulo pedagógico é responsável por sugerir roteiros de estudo adequados ao perfil do aluno, sem retirar sua liberdade de exploração ou gerar a perda de seu controle por parte do sistema. Da forma estabelecida, de acordo com a classificação de Konzen (1999), o conteúdo do sistema poderia ser classificado como um Tutor Fraco, uma vez que não usa a modelagem do domínio na resolução de problemas.

No módulo pedagógico estarão sendo implementadas as diferentes táticas de ensino adequadas a cada preferência do indicador MBTI®. Sendo assim, faz-se necessário um maior detalhamento deste indicador e das táticas de ensino adequadas a ele.

2.4 Uso de Estratégias de Ensino Híbridas Baseadas no Perfil do Aluno

2.4.1 O Indicador MBTI®

O questionário MBTI®² (*Myers-Briggs Type Indicator*) é baseado nos ensinamentos de psicologia de Carl Gustav Jung, um dos fundadores da prática e teoria da psicanálise moderna (Myers-Briggs..., 2001). O tipo MBTI® de um indivíduo pode ser identificado por meio de um questionário onde ele se identifica com determinadas ações, comportamentos ou ideais em determinadas situações. Trata-se de um questionário sem respostas certas ou erradas onde cada um responde de acordo com suas preferências em particular. O MBTI® foi desenvolvido por mais de 35 anos de validação científica rigorosa e é um dos mais amplamente usados como indicador de personalidade. Alguns dados reconhecem esta popularidade:

- Na década de 1980, milhares de estudantes e centenas de professores de engenharia realizaram o teste MBTI® como parte do estudo de uma pesquisa conduzida por um consórcio de oito escolas e o CAPT (*Center for Applied Psychological Type*). Os educadores usaram os resultados para desenvolver métodos mais avançados de ensino (Felder, 1996);

²®Myers Briggs Type Indicator e MBTI são marcas registradas da Consulting Psychologists Press Inc.. Oxford Psychologists Press Ltd tem direitos exclusivos da marca registrada no Reino Unido.

- Segundo Brightman (2001), o CAPT já havia avaliado 16.000 estudantes em 2.282 faculdades de três estados dos Estados Unidos usando o MBTI®;
- Mais de dois milhões de pessoas, dentre líderes de negócios, escolas, governo e residenciários, realizaram o teste isoladamente no ano de 2000 (Learning..., 2001; What..., 2001).

Estes são apenas alguns dos dados que comprovam uma certa popularidade do indicador. No entanto, o que se quer não é escolher um método popular para identificar perfis psicológicos e enquadrar pessoas em tabelas com rótulos. A utilidade do indicador vem da sua comprovada eficiência em identificar preferências diferentes para pessoas diferentes.

O modelo de personalidade Myers-Briggs é baseado em quatro preferências que podem ser descobertas por intermédio de quatro perguntas:

1. Onde, primariamente, você direciona sua *energia*?
2. Como você prefere *processar informação*?
3. Como você prefere *tomar decisões*?
4. Como você prefere *organizar* sua vida?

Para cada uma dessas perguntas existem duas respostas antagônicas, caracterizando o indivíduo como:

1. Extrovertido (E - *Extroversion*) ou Introvertido (I - *Introversion*)
2. Sensitivo (S - *Sensing*) ou Intuitivo (N - *iNtuition*)
3. Racional (T - *Thinking*) ou Emotivo (F - *Feeling*)
4. Julgador (J - *Judgement*) ou Perceptivo (P - *Perception*)

A combinação destas preferências resulta 16 tipos de personalidades diferentes que devem ter tratamento diferenciado no processo de ensino. Para uma maior compreensão do modelo, Working... (2001) apresenta uma análise das quatro perguntas. Sendo assim, faz-se conveniente uma maior discussão sobre cada uma delas.

Onde, primariamente, você direciona sua energia?

Para as atividades do seu mundo exterior (Extrovertido) ou para os pensamentos e emoções do seu mundo interior (Introvertido)?

Extrovertidos são sociáveis, expressivos e interativos. Introvertidos são privados, quietos e concentrados. A extroversão é caracterizada pela ação antes do pensamento. Por outro lado, introvertidos preferem raciocinar e analisar toda a situação antes de agirem. É claro que, durante um dia de trabalho, um certo indivíduo irá gastar seu tempo espontaneamente dizendo e fazendo coisas, assim como se refugiar num mundo interior de pensamentos e contemplações. Se este dia envolveu uma grande interação com as pessoas, até mesmo o maior extrovertido sentirá a necessidade de ficar sozinho no final do dia. Da mesma forma, um introvertido que trabalhou isoladamente o dia inteiro, sentirá a falta de um contato social para adquirir um certo balanço interior. Não há dúvidas de que as pessoas precisam balancear introversão e extroversão. O mesmo ocorrerá com as outras preferências. Isto não invalida o MBTI®. Cada indivíduo possui uma preferência em particular sendo que, situações que requerem ações típicas desta preferência, tornarão a atividade mais agradável a este indivíduo. É claro que existem situações especiais como a necessidade de balanço entre as preferências. Nestes casos, a proposta deste trabalho garante que, com a adoção dinâmica de estratégias de ensino, o aluno receberá o tratamento adequado de acordo com o seu comportamento, independente do seu tipo MBTI®.

Como você prefere processar informação?

Na forma de fatos conhecidos e termos familiares (Sensitivo) ou na forma de possibilidades e novos potenciais (Intuitivo)?

Sensitivos preferem se ater a realidades tangíveis, dando maior atenção ao presente e vendo o que é ao invés do que poderia ser. Intuitivos gostam de enfatizar o futuro e novas possibilidades. Sensitivos optam por praticidade e são mais realistas enquanto intuitivos aspiram coisas novas e são idealistas.

Como você prefere tomar decisões?

Baseando-se na lógica (Racional) ou em valores pessoais (Emotivo)?

Alunos racionais preferem analisar uma dada situação para tomar uma decisão, muitas vezes feita a longo prazo. Por outro lado, emotivos simpatizam com uma solução para o problema e tendem a uma ação mais imediata. Racionais são objetivos, críticos e observadores enquanto emotivos são subjetivos, apreciadores e participantes.

Como você prefere organizar sua vida?

De uma forma estruturada, tomando decisões e conhecendo onde está caminhando (Julgador) ou de uma maneira mais flexível, descobrindo a vida conforme as situações aparecem (Perceptivo)?

Julgadores preferem tomar decisões sobre o que fazer, aonde ir, o que dizer, etc. Isto lhes confere o título de (aparentemente) organizados. Perceptivos, no entanto, gostam de aprender ou vivenciar coisas novas, descobrindo mais ao invés de tomar decisões. Como resultado de abrirem o “leque” de opções, perceptivos são normalmente considerados flexíveis.

2.4.2 Táticas de Ensino Baseadas no MBTI®

O indicador MBTI® pode ser usado na construção de estratégias de ensino adequadas a cada indivíduo devido à existência de táticas de ensino comprovadamente identificadas e relacionadas a cada uma de suas preferências (extroversão, introversão, senso, intuição, etc.). Se for possível descrever essas táticas na forma de algoritmos, então este indicador também poderá ser usado em sistemas computacionais de ensino. Uma vez descobertas as preferências de um certo indivíduo através do questionário MBTI®, basta escolher as táticas mais adequadas ao seu perfil, compondo assim uma estratégia de ensino individualizada. A Tabela 2.1 resume algumas das táticas de ensino propostas por Brightman (2001) para cada uma das preferências do MBTI®.

Tabela 2.1: Descrição de algumas táticas de ensino propostas por Brightman (2001) e adequadas a cada preferência do modelo MBTI®.

Preferências	Táticas de Ensino
Extroversão (E)	<p><i>NGM (Nominal Group Method)</i>: Inicialmente, o tutor propõe uma questão a ser discutida pelos alunos e os divide em equipes. Cada equipe deve trocar idéias isoladamente dentro de um intervalo de tempo. Ao final, as equipes apresentam suas conclusões e o tutor critica cada uma delas, elaborando o fechamento da discussão.</p> <p><i>TAPPS (Thinking Aloud Paired Problem Solving)</i>: O tutor propõe uma questão e cria pares de alunos “professor-aluno”. O “professor” expõe suas idéias quanto à questão e o “aluno” propõe sub-questões, discorda ou ajuda o parceiro. A conclusão é feita pelo tutor.</p>
Introversão (I)	<i>Chunk Knowledge</i> : Ensinar alunos a interconectar e agrupar pedaços de conhecimento.
Senso (S)	<p><i>WMBK (What Must Be Known)</i>: Apresentar objetivos, motivos de estudo e tópicos essenciais, respondendo a perguntas como: “Quais os tópicos mais importantes e os objetivos de se estudar isto?”.</p> <p><i>A-T-A (Application-Theory-Application)</i>: De início, propor um problema prático que aplica a teoria a ser ensinada. Após os alunos tentarem resolvê-lo, a teoria é apresentada e aplicada ao problema.</p>
Intuição (N)	<i>T-A-T (Theory-Application-Theory)</i> : Apresentar teoria seguida de exercícios. Com as dúvidas, os alunos retornam à teoria.
Razão (T)	Apresentar objetivos precisos e orientados a ação (verbos devem especificar o que os alunos têm que fazer, não o que poderiam).
Emoção (F)	Solução de exercícios em pequenos grupos por <i>NGM</i> ou <i>TAPPS</i> .
Julgamento (J)	<i>Second-Look</i> : O professor ou um aluno critica a resposta de outro aluno a uma questão. Isto o faz rever sua solução e considerar os prós e contras de ambas as respostas. O professor elabora o fechamento da questão e auxilia o aluno a encontrar seu erro (se for o caso).
Percepção (P)	Fornecer leituras adicionais e dividir os trabalhos em pequenas tarefas com datas de entrega diariamente mencionadas.

Capítulo 3

Material e Métodos

3.1 O Protótipo SócrateS

Na tentativa de avaliar a solução computacional proposta na seção anterior, optou-se pela implementação completa do sistema na forma de um protótipo intitulado SócrateS. Como características consideradas de maior relevância dentro do contexto teórico aqui abordado, são apresentados a seguir alguns pontos de sua arquitetura e interface.

3.1.1 Arquitetura

O SócrateS foi implementado usando programação orientada a objetos (OOP - *Object-Oriented Programming*). A escolha por esta técnica de programação foi feita para garantir maior reuso e facilidade de manutenção do código, bem como de sua representação e modelagem simplificada do sistema. Para dar suporte a essa representação, foi criada, em meados de 1990, a Linguagem de Modelagem Unificada (UML - *Unified Modelling Language*), uma linguagem gráfica para especificação, visualização, construção e documentação principalmente de artefatos de sistemas de software (OMG, 2003). Ela é atualmente o esquema de representação gráfico mais amplamente utilizado para modelar sistemas orientados a objetos (Deitel & Deitel, 2003). Dentre os vários diagramas da UML, o diagrama de classes captura a estrutura estática do modelo, ou seja, as entidades que existem (classes e tipos), suas estruturas internas, relacionamentos e multiplicidades, dentre outras características. Embora não apresentem informações temporais, os diagramas de classes são úteis para identificar as entidades envolvidas no modelo e o relacionamento existente entre elas. A Figura 3.1 mostra o diagrama de classes do SócrateS.

Fundindo-se a modelagem simplificada do protótipo (Figura 3.1) e a arquitetura padrão de um STI (Figura 2.1), pode-se dizer que:

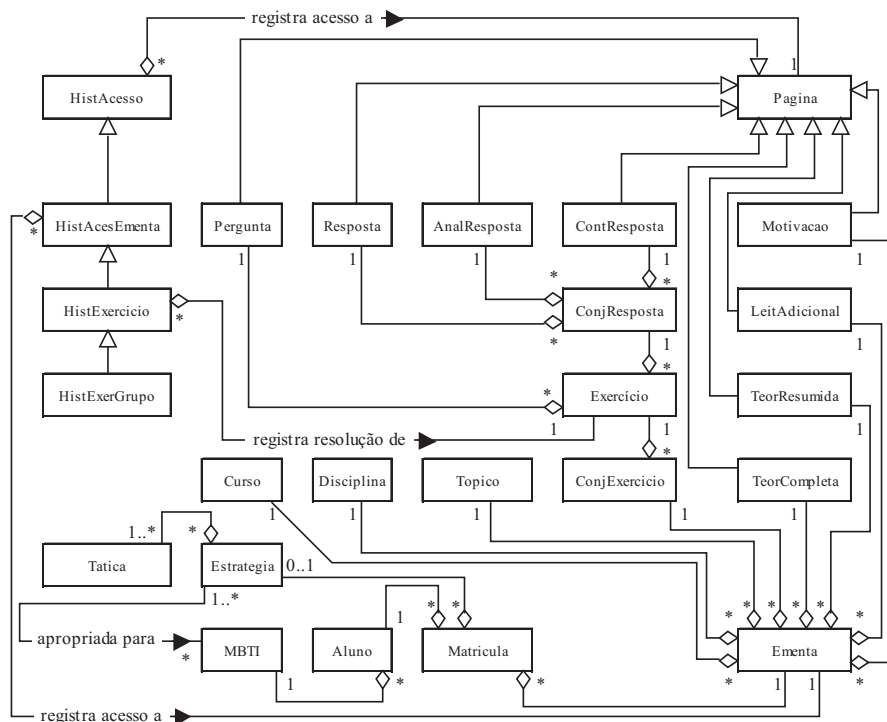


Figura 3.1: Diagrama de classes simplificado do protótipo Sócrates. Os nomes das classes foram abreviados da seguinte maneira: **AnalResposta** - Análise de resposta; **ContResposta** - Contra resposta; **ConjResposta** - Conjunto de respostas; **ConjExercicio** - Conjunto de exercícios; **TeorResumida** - Teoria resumida; **TeorCompleta** - Teoria completa; **LeitAdicional** - Leituras adicionais; **HistAcesso** - Histórico de acesso; **HistAcesEmenta** - Histórico de acesso à ementa; **HistExercicio** - Histórico de resolução de exercícios; **HistExerGrupo** - Histórico de resolução de exercícios em grupo.

- *Módulo do Aprendiz* - gerencia principalmente as classes **HistAcesso** (onde todo o histórico de acesso do aluno ao STI é registrado) e **Aluno** (onde toda a informação necessária de cada aluno é armazenada);
- *Módulo do Domínio* - gerencia principalmente a classe **Ementa** (onde todo o domínio está armazenado);
- *Módulo Pedagógico* - consulta principalmente a classe **Estrategia** e os módulos do *Aprendiz* e do *Domínio*, repassando ao módulo de *Comunicação* toda informação a ser apresentada na tela. Por ser elo de ligação entre os outros módulos, assume papel de controle e gerenciamento do sistema;
- *Módulo de Comunicação* - gerencia classes de interface para interação humano-computador não presentes no diagrama.

3.1.2 Interface do Usuário

Interface é o conjunto de aspectos do sistema com os quais o usuário tem contato. Para mostrar as funcionalidades do SócrateS e os recursos disponíveis para a ativação delas, optou-se pela apresentação de sua interface do usuário. A Figura 3.2 mostra a primeira tela do sistema onde o aluno deve se identificar através de seu *login* e senha (o aluno da figura com o login “oliveira” não existe, sendo usado aqui apenas a título de exemplo). Estes dados são privados e de conhecimento individual de cada aluno. Após preenchê-los, o aluno clica no botão “Entrar” e o sistema faz o seu reconhecimento.

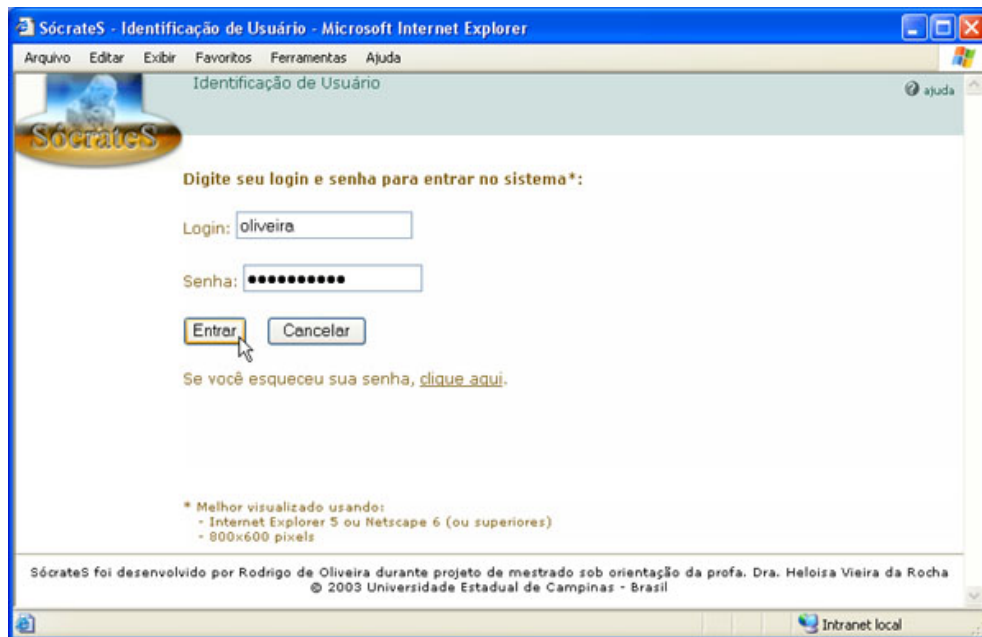


Figura 3.2: SócrateS: Tela de identificação do usuário.

Se o aluno estiver entrando no sistema pela primeira vez, será necessário que ele primeiro responda um questionário de identificação de perfil psicológico. Só assim o sistema poderá conhecer o seu tipo MBTI[®] e escolher as táticas de ensino que irão compor a estratégia a ser adotada. É claro que, por se tratar de uma proposta de adoção dinâmica de estratégias de ensino, essa escolha não será sempre baseada em seu MBTI[®], mas também em sua interação com o sistema. A Figura 3.3 mostra a tela com uma parte do questionário a ser respondido pelo aluno (o questionário completo utilizado e sua forma de avaliação encontram-se no Anexo A).

Após ter seu perfil psicológico identificado pelo sistema, o aluno recebe uma tela equivalente àquela mostrada na Figura 3.4, onde ele faz a escolha do curso, disciplina e tópico que deseja estudar. Em uma aplicação real, este aluno poderia estar matriculado em vários cursos contendo várias disciplinas que abordam inúmeros tópicos em sua ementa.

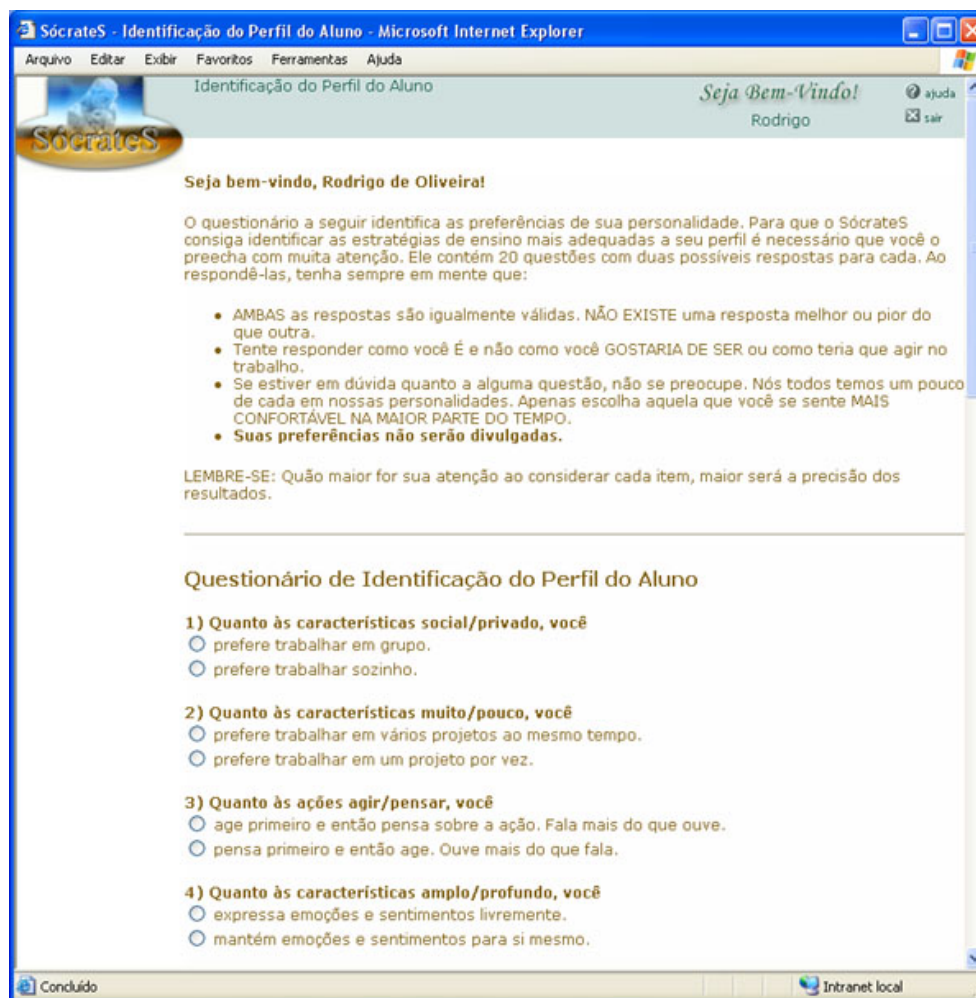


Figura 3.3: SócrateS: Tela de identificação do perfil psicológico do aluno (MBTI®).

No entanto, a título de exemplo, este aluno se encontra matriculado apenas na disciplina de Algoritmos e Programação de Computadores do curso de Ciência da Computação onde o único tópico de estudo é o de Recursão. Após escolher estes dados, o aluno clica no botão “Estudar” (Figura 3.4) e o sistema prepara o material a ser apresentado de acordo com a estratégia de ensino mais adequada para ele.

Como já foi dito, a escolha da estratégia de ensino a ser adotada no decorrer da interação do sistema com o aluno depende do seu tipo MBTI®. Supondo-se, por exemplo, que este aluno é um aluno ISTJ (Introversão-Senso-Razão-Julgamento), de acordo com a Tabela 2.1, a estratégia de ensino mais adequada a este aluno pode ser descrita da seguinte forma: o aluno deve ser motivado inicialmente por meio de uma aplicação da teoria à prática para compreender a razão de se estudar um determinado assunto (WMBK). Só então ele deve receber o material teórico sobre o tópico a ser estudado (A-T-A). Este

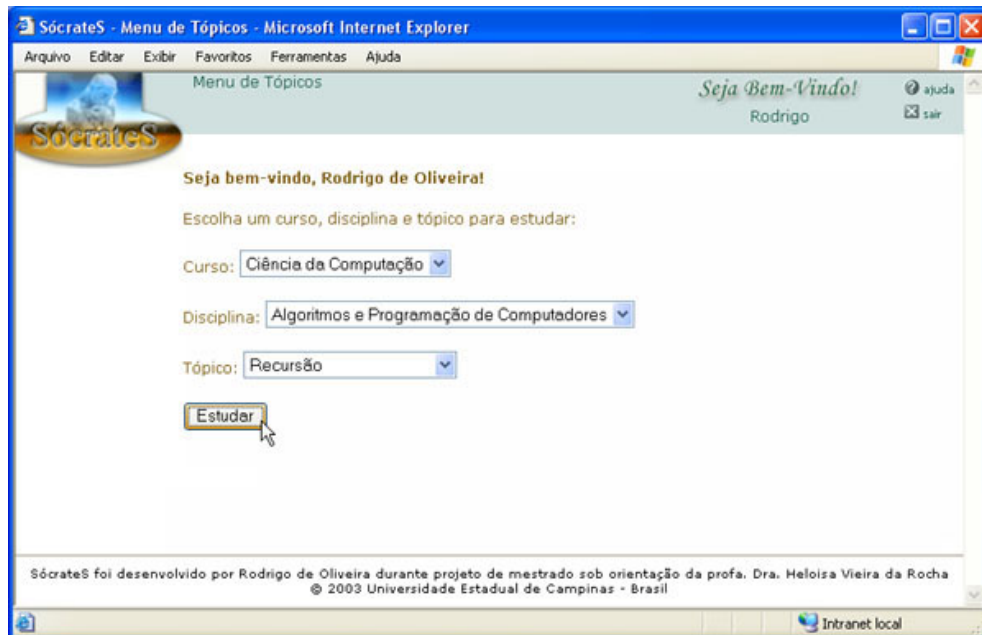


Figura 3.4: SócrateS: Tela de escolha do curso, disciplina e tópico a ser estudado.

deve ser acompanhado de objetivos claros e apresentado em sua essência, sem maiores detalhamentos ou estruturas de escape para exploração, dando ao aluno a sensação de organização por manter o foco decisivo em sua tarefa. Por fim, o aluno resolve individualmente exercícios que aplicam os conceitos teóricos estudados onde, a cada resposta dada, uma contra-resposta é apresentada exigindo maior atenção e valorização da questão (a composição de todas as estratégias de ensino usadas no SócrateS para cada um dos 16 tipos do MBTI[®] pode ser encontrada no Anexo B).

Percebe-se que, para construir uma estratégia de ensino, não basta conhecer as táticas a serem aplicadas, mas também a disposição delas. Sendo assim, a estratégia adotada para o aluno ISTJ é constituída, portanto, de quatro etapas:

1. Motivação e aplicação
2. Objetivos
3. Teoria resumida
4. Exercícios individuais com auxílio do tutor

A Figura 3.5 mostra a primeira destas etapas. Como se pode notar, o *Cabeçalho* da tela mostra o curso, a disciplina e o tópico que o aluno escolheu na tela anterior (Figura 3.4). Logo abaixo dele, tem-se o *Roteiro de Estudo* proposto ao aluno, que segue

a mesma seqüência de táticas mencionadas anteriormente. A primeira delas (Motivação e Aplicação) encontra-se mais escura do que as outras, indicando que a tela atual está neste primeiro passo do roteiro. O texto disponível no centro da tela (região de *Conteúdo*) apresenta os motivos de se estudar o presente tópico e fornece uma aplicação da teoria, visando despertar o interesse do aluno para continuar o estudo. Tem-se ainda no canto esquerdo da tela um *Menu* que será discutido posteriormente.



Figura 3.5: SócratesS: Tela de motivação e aplicação (adequada à preferência senso).

A Figura 3.6 mostra a tela seguinte quando o aluno clica sobre o segundo passo do roteiro de estudo (correspondente aos objetivos), fazendo com que este se destaque dos demais. A região de conteúdo apresenta dois objetivos orientados a ação para que o aluno sempre se questione durante o estudo teórico: “Eu já cumpri todos estes objetivos?”.

Nesse momento, o aluno já foi motivado e conheceu seus objetivos de estudo nos dois

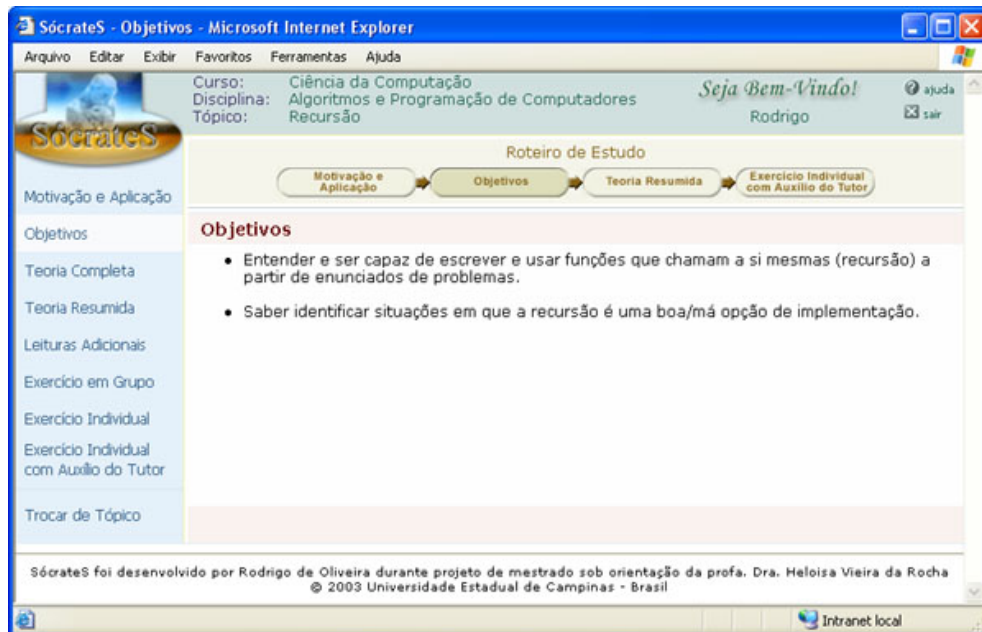


Figura 3.6: SócrateS: Tela de objetivos (adequada à preferência razão.)

primeiros passos. De acordo com a tática do A-T-A, o próximo passo deve ser o de fornecer o conteúdo teórico referente ao tópico de estudo que, devido à preferência do aluno pelo julgamento, é apresentado em sua forma resumida na Figura 3.7. No entanto, embora seja um conteúdo relativamente pequeno, por vezes pode ser necessária a sua divisão em várias páginas, evitando o uso intenso da barra de rolagem. Têm-se, então, duas novas estruturas de navegação:

canto superior-direito da região de conteúdo - duas setas, uma para a esquerda e outra para a direita, permitindo o acesso seqüencial das páginas (na Figura 3.7, a seta para a esquerda não aparece devido ao fato de esta ser a primeira página);

canto inferior-direito da região de conteúdo - uma estrutura para a escolha da página a ser visitada e um botão na forma de uma seta curva que permite tanto o acesso seqüencial quanto o não-seqüencial das páginas.

O protótipo deixa como tarefa do tutor humano essa divisão do conteúdo teórico em múltiplas páginas por ser ele o maior capacitado para identificar a necessidade de realizar essas divisões bem como de seus pontos mais adequados.

Agora que o aluno já estudou o tópico, tem-se a terceira etapa da tática A-T-A: aplicação de exercícios. Devido à preferência do aluno por introversão e razão, o uso de exercícios individuais é mais recomendado. Além disso, por se tratar de um julgador, é

The screenshot shows a web browser window titled 'SócratesS - Teoria Resumida - Microsoft Internet Explorer'. The page header includes course information: 'Curso: Ciência da Computação', 'Disciplina: Algoritmos e Programação de Computadores', and 'Tópico: Recursão'. A welcome message 'Seja Bem-Vindo! Rodrigo' is displayed. A 'Roteiro de Estudo' (Study Path) shows a sequence of steps: 'Motivação e Aplicação', 'Objetivos', 'Teoria Resumida', and 'Exercício Individual com Auxílio do Tutor'. The current page is 'Teoria Resumida', page 1 of 2.

The main content area contains a definition of a recursive function: 'Uma função recursiva é toda aquela que chama a si mesma dentro do corpo de sua função. Tem-se a seguir um exemplo de função recursiva que calcula a potência de dois números.'

```

1 function potencia( base, expoente: INTEGER ) : INTEGER;
2 begin
3   if (expoente = 1) then
4     potencia := base
5   else
6     potencia := base * potencia( base, (expoente - 1) );
7   end;

```

Below the code, there is a detailed explanation of recursive calls and a table illustrating the execution of the `potencia(2, 3)` function.

$potencia(2, 3)=2^{*?}$	$potencia(2, 2)=2^{*?}$ $potencia(2, 3)=2^{*?}$	$potencia(2, 1)=2$ $potencia(2, 2)=2^{*?}$ $potencia(2, 3)=2^{*?}$	$potencia(2, 2)=2*2$ $potencia(2, 3)=2^{*?}$	$potencia(2, 3)=2*4=8$
Chamada original	1ª chamada recursiva	2ª chamada recursiva: caso base	1º desempenho	2º desempenho: retorno da chamada original

At the bottom of the page, there is a navigation bar with a 'ir para a página...' button and a dropdown menu showing '2'. The footer contains the text: 'SócratesS foi desenvolvido por Rodrigo de Oliveira durante projeto de mestrado sob orientação da profa. Dra. Heloisa Vieira da Rocha © 2003 Universidade Estadual de Campinas - Brasil'.

Figura 3.7: SócratesS: Tela de teoria resumida (adequada à preferência julgamento). Para a preferência percepção, basta alterar o conteúdo pela teoria completa.

necessário aplicar exercícios onde o sistema apresenta uma contra-resposta a cada resposta dada pelo aluno, exigindo maior atenção na resolução da questão. Sendo assim, após um clique no quarto e último passo do roteiro de estudo, apresenta-se uma tela com um exercício de múltipla escolha. A Figura 3.8 mostra apenas a tela com o estágio final do exercício, onde o aluno já leu a questão, optou pela resposta correta, leu a contra-resposta do tutor (que, embora errada, faz o aluno julgador analisar as possibilidades de sua resposta estar ou não estar certa, algo importante para alunos que chegam muito rápido a conclusões), confirmou sua resposta anterior e finalmente o tutor apresentou uma análise da questão.

The screenshot shows the 'Sócrates - Exercício Individual com Auxílio do Tutor' interface in a Microsoft Internet Explorer browser. The page header includes course information: 'Curso: Ciência da Computação', 'Disciplina: Algoritmos e Programação de Computadores', and 'Tópico: Recursão'. A navigation menu on the left lists various topics, with 'Exercício Individual com Auxílio do Tutor' selected. The main content area displays the title 'Exercício Individual com Auxílio do Tutor' and 'exercício 1 / 9'. The question asks: 'O que faz a função recursiva a seguir?'. Below the question is a code snippet for a recursive function:

```

1 function funcao(a, b : INTEGER) : INTEGER;
2 begin
3   if (b = 1)
4     funcao := a
5   else
6     funcao := a + funcao(a, b-1);
7 end;

```

Four multiple-choice options are provided:

- A) Adição: $a + b$, para todo $b > 0$.
- B) Multiplicação: $a * a$, para todo $b > 0$.
- C) Multiplicação: $a * b$, para todo $b > 0$.
- D) Potência: a^b , para todo $b > 0$.

A cartoon tutor character points to the question. The tutor's observation reads: 'Se a chamada recursiva (linha 6) retornar o valor b, o resultado da função será a+b. Não deveria ser $a*b$?'. A note below states: 'Esta observação do tutor pode estar errada. Se você não concordar com ela, mantenha sua resposta.' Below this, the user is prompted to 'Analisar com calma a questão. Em seguida, escolha uma das respostas a seguir:' and the same four options are repeated. The user has selected option C. The tutor then congratulates the user: 'Você acertou!'. The explanation states: 'A cada chamada recursiva (linha 6), os valores repassados para os parâmetros a e b da função são, respectivamente, a e b-1. Isto faz com que, a cada chamada, o parâmetro a não seja alterado e b seja menor em uma unidade. Isto ocorrerá até que b seja igual a 1 (ou seja, ocorrerá b vezes). Logo, o desempenho da recursão irá somar os valores de a (que não alteraram desde a primeira chamada) b vezes. Somar a com ele mesmo b vezes é o mesmo que realizar a multiplicação $a*b$.' The solution is given as 'Resposta C'. At the bottom, there is a 'Concluído' button and a 'Intranet local' link.

Figura 3.8: SócrateS: Tela de exercício individual com auxílio do tutor (adequada à preferência julgamento).

As figuras anteriores mostram os quatro passos do roteiro de estudo correspondente à estratégia de ensino mais adequada para o aluno ISTJ. No entanto, é importante lembrar que a escolha da melhor estratégia de ensino a ser aplicada não é uma via de mão única, ou seja, não é ideal tratar um indivíduo seguindo rigidamente a estratégia adequada ao seu MBTI®. Extrovertidos podem agir como introvertidos buscando um balanço entre os dois extremos, o mesmo podendo ocorrer com as outras preferências. Daí é que vem a utilidade do menu presente no canto esquerdo de todas as telas apresentadas. Sem ele, seria impossível para o sistema ter conhecimento de que, por exemplo, o aluno julgador estaria fazendo um trabalho sobre Recursão e precisaria obter mais informação sobre o tema do que apenas o essencial, contrariando sua preferência e agindo como um perceptivo. Sendo assim, o aluno poderia optar por não seguir o roteiro proposto pelo sistema e acessar os links “Teoria Completa” e “Leituras Adicionais” do menu. Neste momento, o Módulo do Aprendiz do STI registra a opção feita pelo aluno como uma alteração no fluxo de táticas da estratégia de ensino que estava sendo aplicada. Em uma nova sessão do aluno (nova “visita” ao sistema), o Módulo Pedagógico avalia estas mudanças e altera a estratégia de ensino dinamicamente, se necessário.

A Figura 3.9 mostra a página de leituras adicionais acessada por um clique deste aluno no botão disponível no menu. O fornecimento de leituras adicionais é indicado para alunos perceptivos, aliando-se a teoria básica com pontos de fuga, onde ele poderá buscar mais informações sobre o que estudou. Os pontos de fuga podem ser indicações de livros, artigos, teses, revistas, áudio, vídeo, *sites* de Internet, etc.

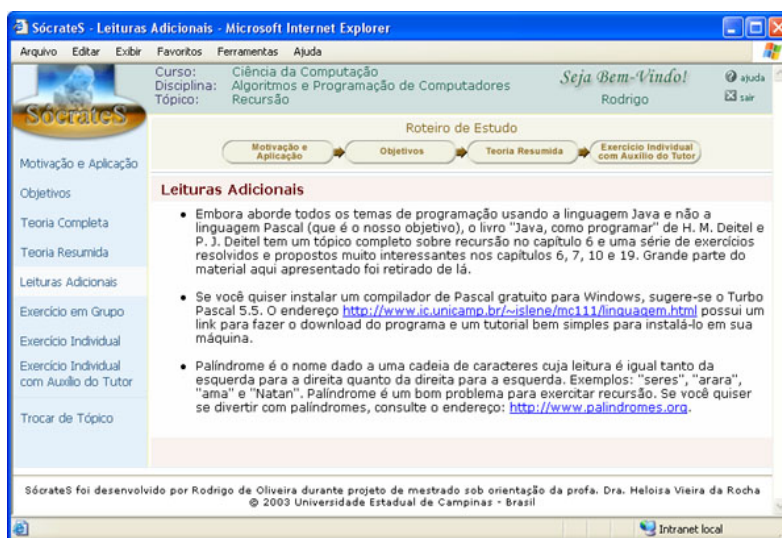


Figura 3.9: SócratesS: Tela de leituras adicionais (adequada à preferência percepção).

De todas as implementações de táticas do SócratesS apresentadas, restam apenas o NGM e o T-A-T. A implementação desta última é muito simples, bastando apenas fazer

um rearranjo na disposição do roteiro de estudo: primeiro apresenta-se a teoria (sem a motivação e aplicação) seguida de exercícios, de onde o aluno poderá retornar à teoria sempre que julgar necessário. Já o NGM requer uma explicação mais detalhada. A Figura 3.10 mostra uma implementação do NGM para o exercício da Figura 3.8. De acordo com a sua definição, seria necessário reunir os alunos em equipes para resolução de um problema; cada equipe apresentaria suas conclusões e o tutor elaboraria o fechamento da discussão. O SócrateS implementa a tática da seguinte maneira: logo que o aluno acessa o exercício em grupo (seja pelo roteiro de estudo ou pelo menu), ele é inserido em uma das duas equipes disponíveis, *A* ou *B*. A inserção é feita buscando sempre um balanço entre as equipes, garantindo mesma quantidade de alunos participantes em cada equipe. O aluno lê o exercício e observa as opiniões de seus colegas de equipe (por meio de um clique sobre o link “Opinião” no lado direito da região de conteúdo da Figura 3.10). Em seguida, decide-se por uma resposta e fornece também a sua justificativa.

The screenshot shows the SócrateS web application in a Microsoft Internet Explorer browser. The main page is titled "Sócrates - Exercício em Grupo" and displays the course information: "Ciência da Computação", "Algoritmos e Programação de Computadores", and "Recursão". The exercise is "Exercício 1" with a deadline of "23/10/2003". The question is: "O que faz a função recursiva a seguir?". The code provided is:

```

1 function funcao(a, b : INTEGER) : INTEGER;
2 begin
3   if (b = 1)
4     funcao := a
5   else
6     funcao := a + funcao(a, b-1);
7 end;

```

The multiple-choice options are:

- A) Adição: $a + b$, para todo $b > 0$.
- B) Multiplicação: $a * b$, para todo $b > 0$.
- C) Multiplicação: $a * b$, para todo $b > 0$.
- D) Potência: a^b , para todo $b > 0$.

The justification field contains: "Soma 'a' com 'a' num total de 'b' vezes." Below the question are buttons for "Confirmar Resposta" and "Limpar".

An overlaid window titled "Sócrates - Opiniões dos Colegas de Grupo" shows the poll results for "Equipe A". It includes a table of responses and a table of individual opinions.

Resposta	Número de Opiniões	%
A	0	0,0
B	0	0,0
C	1	100,0
D	0	0,0

Aluno	Data	Hora	Resposta	Justificativa
Heloisia Vieira da Rocha	17-10-2003	18:36:42	C	A função faz a soma de "a" com ele mesmo "b" vezes, caracterizando a multiplicação de "a" por "b".

Figura 3.10: SócrateS: Tela de debate de exercício em grupo (adequada às preferências emoção e extroversão). A tela sobreposta mostra as opiniões dos alunos da mesma equipe.

O exercício fica disponível por um tempo até que, esgotado o prazo, novos acessos ao exercício levam a uma página com as opiniões dos alunos de ambas as equipes *A* e *B* juntamente com uma análise da resposta correta ao exercício, feita pelo tutor. A Figura 3.11 mostra esta página com todas as opiniões e debates realizados durante a fase de resolução do exercício juntamente com a conclusão final do tutor.

Sócrates - Exercício em Grupo - Microsoft Internet Explorer

Arquivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Curso: Ciência da Computação
Disciplina: Algoritmos e Programação de Computadores
Tópico: Recursão

Seja Bem-Vindo!
Rodrigo

ajuda
sair

Roteiro de Estudo

Motivação e Aplicação → Objetivos → Teoria Resumida → Exercício Individual com Auxílio do Tutor

Exercício em Grupo exercício 1 / 9

Exercício 1

O que faz a função recursiva a seguir?

```

1 function funcao(a, b : INTEGER) : INTEGER;
2 begin
3   if (b = 1)
4     funcao := a
5   else
6     funcao := a + funcao(a, b-1);
7 end;
```

Respostas:

A) Adição: $a + b$, para todo $b > 0$.
 B) Multiplicação: $a * a$, para todo $b > 0$.
 C) Multiplicação: $a * b$, para todo $b > 0$.
 D) Potência: a^b , para todo $b > 0$.

Opiniões dos integrantes do Grupo A:

Resposta	Opiniões	%
A	0	0,0
B	0	0,0
C	2	100,0
D	0	0,0


Opiniões dos integrantes do Grupo B:

Resposta	Opiniões	%
A	0	0,0
B	1	100,0
C	0	0,0
D	0	0,0

*** Rodrigo de Oliveira**
 17-10-2003 - 18:43:01
 Resposta C
 Soma "a" com "a" num total de "b" vezes.

*** José Antônio Maria**
 17-10-2003 - 18:39:24
 Resposta B
 Tá somando "a" com "a" várias vezes. Acho que é a^b .

*** Heloisa Vieira da Rocha**
 17-10-2003 - 18:36:42
 Resposta C
 A função faz a soma de "a" com ele mesmo "b" vezes, caracterizando a multiplicação de "a" por "b".

 A cada chamada recursiva (linha 6), os valores repassados para os parâmetros a e b da função são, respectivamente, a e $b-1$. Isto faz com que, a cada chamada, o parâmetro a não seja alterado e b seja menor em uma unidade. Isto ocorrerá até que b seja igual a 1 (ou seja, ocorrerá b vezes). Logo, o desempilhamento da recursão irá somar os valores de a (que não alteraram desde a primeira chamada) b vezes. Somar a com ele mesmo b vezes é o mesmo que realizar a multiplicação $a * b$.

Solução: Resposta C

ir para o exercício... 2

Sócrates foi desenvolvido por Rodrigo de Oliveira durante projeto de mestrado sob orientação da profa. Dra. Heloisa Vieira da Rocha
 © 2003 Universidade Estadual de Campinas - Brasil

Concluído Intranet local

Figura 3.11: Sócrates: Tela de fechamento da discussão do exercício em grupo.

3.2 Avaliação do Protótipo

Para verificar a validade da proposta de ensino implementada no SócrateS, bem como avaliar questões relativas a sua usabilidade, foi realizado um estudo de caso onde o protótipo SócrateS foi utilizado por alunos do curso de Engenharia Elétrica da UNICAMP durante a disciplina de Algoritmos e Programação de Computadores. Esta disciplina foi ministrada no segundo semestre de 2003 e o estudo durou duas semanas abordando apenas o tópico de Recursão (que é parte integrante de sua ementa).

Devido ao fato da metodologia usada ter dividido os alunos em duas turmas e aplicado dois tratamentos diferentes a elas para posterior comparação e discussão dos resultados, o processo avaliacional realizado será considerado mais um experimento do que um estudo de caso. Sendo assim, tal experimento foi conduzido seguindo as idéias deste trabalho, onde se busca a criação de um sistema de ensino-aprendizado que garanta os resultados qualitativos esperados através de sua aplicação extraclasse com caráter complementar ao trabalho educacional do professor em sala de aula. Isso é resultado de uma visão de ensino a distância embutida no próprio ensino convencional, onde a qualidade de ensino é tomada como prioridade, combinando as duas abordagens. As seções a seguir caracterizam melhor as condições dos testes realizados com o protótipo durante o experimento e a metodologia proposta para análise dos dados coletados.

3.2.1 Descrição do Ambiente e dos Materiais Utilizados

O SócrateS foi implementado na linguagem Java, usando a tecnologia JSP (*Java Server Pages*) para disponibilização via Internet através do servidor de HTTP (*HyperText Transfer Protocol*) Apache Tomcat 4.1.24. Para armazenamento dos dados, foi utilizado o MySQL 4.0.1. O sistema foi armazenado em um servidor Pentium 4, 1,8Ghz, 512 Mb de memória RAM e sistema operacional Windows XP Professional.

Para que a realização dos testes com o protótipo representasse uma situação real de uso do sistema, o servidor foi instalado a 400 Km do local de onde os acessos foram realizados. A banda de transmissão de dados fornecida pelo servidor era de apenas 64kbps. Acredita-se que a eficiência da implementação deste sistema pode ser comprovada se seus usuários não apresentarem grandes queixas quanto à sua velocidade de acesso, uma vez que as atuais bandas de transmissão garantem velocidades bem superiores aos parcos 64kbps deste experimento (aqui a palavra eficiência não deve ser entendida como a validação da proposição teórica deste trabalho, mas apenas a economia de recursos e otimização de código e da arquitetura utilizada, garantindo boa velocidade para realização das tarefas).

Todos os 47 alunos que participaram do experimento estavam livres para acessarem o sistema a partir de qualquer computador conectado à Internet. As opções preferidas foram os acessos através dos computadores disponíveis no Laboratório de Informática

da Faculdade de Engenharia Elétrica da UNICAMP e os acessos de casa, por meio de computadores pessoais dos próprios alunos. Cada aluno recebeu uma folha com seus dados pessoais (login e senha) e o *site* para usarem o sistema. O servidor manteve o protótipo disponível 24 horas durante o período de 14 a 28 de outubro de 2003.

3.2.2 Coleta dos Dados

Por se tratar de um protótipo onde sua arquitetura é baseada na proposição teórica de um sistema tutor inteligente, uma de suas principais preocupações está na forma de armazenagem dos dados. A Figura 3.1 da seção 3.1.1, relativa ao diagrama de classes do SócrateS, mostra uma série de classes responsáveis pela manutenção destes dados, sejam eles referentes ao histórico de ações do usuário (`HistAcesso`, `HistAceEmenta`, `HistExercicio` e `HistExeGrupo`) ou à base de conhecimento do sistema (todas as outras classes com táticas de ensino, estratégias, alunos, ementas, etc.). Desta forma, o sistema guarda todas as informações relevantes à adoção dinâmica de estratégias de ensino, desde o armazenamento das tomadas de decisão do usuário até as do sistema, mantendo um histórico atualizado do que o aluno e o SócrateS fizeram.

Embora a construção do protótipo não tivesse a finalidade de implementar funções administrativas do sistema (como inserção, remoção, atualização e consulta de alunos, ementas, matrículas, etc.), uma pequena extensão foi criada para auxílio nesta fase de coleta de dados. A Figura 3.12 mostra a tela onde os acessos dos alunos ao sistema podiam ser monitorados. Esta interface é importante para permitir a verificação do uso atual do sistema e a porcentagem de alterações da estratégia de ensino propostas pelo sistema ao aluno. Como exemplo, pode-se notar que o aluno de login “oliveira” já visitou o sistema duas vezes e a última página acessada por ele em sua segunda visita foi a de objetivos de estudo do tópico no dia 23 de outubro às 16:25h. Os últimos dois campos de dados referentes ao aluno informam que ele provavelmente não está usando o sistema no exato momento e que a estratégia de ensino escolhida para ele teve de ser alterada na metade das vezes (50%), ou seja, dentre as duas sessões do aluno, o sistema errou na escolha da estratégia para uma delas.

Ainda nesta figura, é possível verificar que o número com a porcentagem da alteração das estratégias de ensino é um *hyperlink*. Um clique com o mouse em cima deste número abre uma nova janela com dados detalhados sobre os acessos realizados pelo aluno em cada sessão. A Figura 3.13 mostra uma parte desta tela onde é possível verificar as táticas de ensino que foram escolhidas com sucesso para compor a estratégia de ensino adotada em cada sessão.

Aluno (login)	Última página acessada	Sessão	Data	Hora	Aluno on-line?	Alteração de estratégia (%)
oliveira	SocEObjeti.jsp	2	23-10-2003	16:25:41	NÃO	50.0
lima	SocELeiA.di.jsp	2	23-10-2003	16:24:33	NÃO	0.0

Figura 3.12: Extensão administrativa do SócratesS: Monitoramento de acessos ao sistema.

De acordo com os dados apresentados na tela da Figura 3.13, o aluno teve uma postura bastante exploratória em sua primeira visita ao sistema, acessando quase todas as opções do menu. O número de acessos do aluno às páginas do sistema que implementam táticas de ensino pode ser visualizado numérica e graficamente. Como suposto anteriormente, o aluno de login “oliveira” é um ISTJ. Logo, a estratégia proposta para a sua primeira sessão deve estar de acordo com a Tabela 1, ou seja, seu roteiro de estudo será: (1) Motivação e Aplicação, (2) Objetivos, (3) Teoria Resumida e (4) Exercícios Individuais com Auxílio do Tutor. Após a primeira sessão, o sistema fará a suposição de que escolheu uma estratégia adequada, visto que todas estas táticas foram usadas ao menos uma vez. No entanto, se táticas inversas àquelas propostas também tiverem sido acessadas (por exemplo, fornecimento de leituras adicionais e teoria completa é adequado para alunos perceptivos e, portanto, táticas inversas ao fornecimento de teoria resumida indicado para julgadores), o sistema checka se o número de acessos às páginas que implementam estas táticas foi maior do que o da página com a tática proposta; se for maior, não houve sucesso na escolha desta tática e na próxima sessão a tática inversa fará parte da estratégia substituindo a correspondente tática proposta. Por outro lado, se o número de acessos foi igual em ambas as táticas (proposta e inversa), o comportamento do aluno não foi suficiente para identificar a necessidade de mudança da tática proposta (é o caso do aluno ter acessado uma vez tanto os exercícios individuais com auxílio do tutor quanto os exercícios em grupo). Neste caso, prevalece a escolha por táticas adequadas ao MBTI[®] para compor a estratégia da sessão seguinte. Sendo assim, o único erro na composição da estratégia para a primeira sessão do aluno foi a ausência do fornecimento de leituras adicionais que passará a ser proposta a partir da próxima sessão (isto pode ser confirmado pela mudança da cor vermelho escura para a verde clara na barra de acessos à página de leituras adicionais da segunda sessão).

Ainda na Figura 3.13, quanto à última sessão do aluno, seu comportamento confirma todas as táticas propostas, exceto pelo fato de não ter acessado exercício algum, ressurgindo a mesma dúvida da primeira sessão na qual a tática proposta e uma das táticas

inversas obtiveram o mesmo número de acessos. Uma vez que a ausência de acessos aos exercícios não fornece informação alguma para a mudança da tática de ensino usada neles, considera-se que o sistema obteve sucesso na adoção desta estratégia. Para uma futura terceira sessão do aluno, o sistema seguirá a mesma lógica usada até então, compondo a estratégia de ensino das táticas que obtiveram sucesso (motivação e aplicação, objetivos, teoria resumida e leituras adicionais) e mantendo sua escolha pelos exercícios individuais com auxílio do tutor por ser o mais adequado ao MBTI[®] do aluno e pela inexistência de qualquer comportamento seu que contrarie o uso desta tática (maiores detalhes quanto à composição das estratégias de ensino do SócrateS para cada tipo MBTI[®], ver Anexo B).

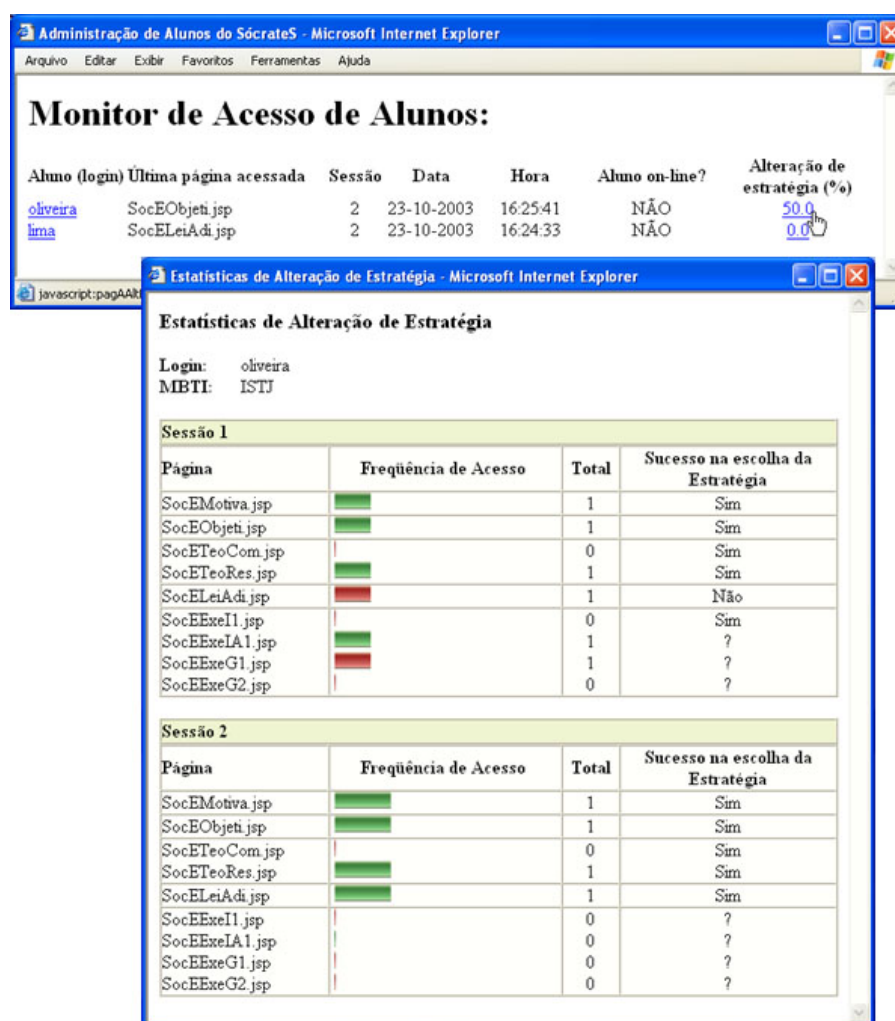


Figura 3.13: Extensão administrativa do SócrateS: Estatísticas de alteração das estratégias de ensino propostas pelo sistema ao aluno (barras em verde claro representam acessos a páginas com táticas que pertencem à estratégia proposta e barras em vermelho escuro às páginas com táticas que não pertencem).

A Figura 3.14 mostra a forma mais detalhada de apresentação de todos os acessos realizados pelos alunos ao SócrateS. Este relatório de histórico de acesso da extensão administrativa do SócrateS é útil para identificar todos os passos realizados pelos alunos, mostrando quando (data e hora) e como (menu ou roteiro) o aluno acessou as páginas.

Monitor de Acesso de Alunos:

Aluno (login)	Última página acessada	Sessão	Data	Hora	Aluno on-line?	Alteração de estratégia (%)
oliveira	SocEObjeti.jsp	2	23-10-2003	16:25:41	NÃO	50.0
lima	SocELeiAdi.jsp	2	23-10-2003	16:24:33	NÃO	0.0

Histórico de Acessos

Aluno: Rodrigo de Oliveira (I S T J)

Histórico de Acesso à Ementa

Cod Acesso	Sessão	Cod Pag Estrutura	Pag Conteúdo	Cod MBTI	Cod Estratégia Aplicada	Acesso pelo...	Data	Hora
4	1	10	SocCMotiva0101.htm	9	23		2003-10-23	16:23:04
5	1	11	SocCObjeti0101.htm	9	23	Roteiro	2003-10-23	16:23:07
6	1	10	SocCMotiva0101.htm	9	23	Roteiro	2003-10-23	16:23:08
7	1	13	SocCTeoRes0101.htm	9	23	Roteiro	2003-10-23	16:23:09
8	1	17	SocCPergun0101.htm	9	23	Roteiro	2003-10-23	16:23:12
9	1	14	SocCLeiAdi0101.htm	9	23	Menu	2003-10-23	16:23:16
10	1	20	SocCPergun0101.htm	9	23	Menu	2003-10-23	16:23:20
21	2	10	SocCMotiva0101.htm	9	5		2003-10-23	16:24:45
22	2	13	SocCTeoRes0101.htm	9	5	Roteiro	2003-10-23	16:25:18
23	2	14	SocCLeiAdi0101.htm	9	5	Roteiro	2003-10-23	16:25:24
24	2	11	SocCObjeti0101.htm	9	5	Roteiro	2003-10-23	16:25:41

Figura 3.14: Extensão administrativa do SócrateS: Histórico de acessos detalhado por aluno.

3.2.3 Metodologia para Análise dos Dados

Para esta primeira validação do protótipo construído e da metodologia de ensino a distância proposta, optou-se pela divisão dos 47 alunos do experimento em duas turmas. Para comparar o perfil dos alunos de ambas as turmas, optou-se pelo uso de uma metodologia de construção de intervalos de confiança conforme descrita por Bussab & Morettin (1987). Isto se deve à natureza binomial destes dados, visto que um aluno pode possuir ou não uma determinada preferência do MBTI[®]. Esta metodologia utiliza a fórmula (3.1) em que \hat{p} é a proporção dos sucessos (indivíduos com determinado tipo de perfil) da amostra de tamanho n e $z_{\alpha/2}$ é o quantil superior $100(\frac{\alpha}{2})\%$ da distribuição normal padrão.

$$IC_{1-\alpha}(p) : \hat{p} \pm z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{p q}{n}}. \quad (3.1)$$

Quanto à avaliação de satisfação dos alunos com o protótipo SócrateS (realizada ao término do experimento), a análise dos dados obtidos pôde ser feita usando-se o teste t de Student (Downing & Clark, 2002). Assim como a metodologia de Bussab & Morettin (1987), o teste t de Student é um teste estatístico útil para avaliação de hipóteses quando do uso de dois tratamentos. A diferença reside no fato de que este último é um teste paramétrico adequado para valores não binomiais, característica esta da avaliação feita pelos alunos dos atributos de usabilidade do protótipo.

Para avaliar a proposta de adoção dinâmica de estratégias de ensino, julgou-se necessário o uso de dois tratamentos diferentes para as turmas. A primeira, intitulada turma \mathcal{A} , acessava o SócrateS sem o roteiro de estudo proposto por ele. A Figura 3.15 mostra um exemplo de tela do SócrateS apresentada aos alunos da turma \mathcal{A} .

Já a segunda, intitulada turma \mathcal{B} , recebia o roteiro de estudo atualizado dinamicamente a cada visita feita ao SócrateS. A aplicação destes tratamentos diferentes garante maior possibilidade de comparação tanto entre os indivíduos de uma mesma turma quanto aos resultados gerais de ambas as turmas. Desta forma, é possível tirar conclusões quanto ao sucesso ou fracasso da adoção dinâmica de estratégias de ensino da seguinte maneira:

- *Fracasso*: Se a necessidade de alteração da estratégia de ensino proposta para um determinado aluno da turma \mathcal{B} for alta e crescente a cada visita sua ao sistema, nenhum padrão pedagógico de ensino está sendo identificado para ele. Neste caso, acredita-se que houve um fracasso da abordagem de adoção dinâmica de estratégias;
- *Sucesso*: Se a necessidade de alteração da estratégia de ensino for baixa e decrescente, certamente a proposta conseguiu se adequar ao perfil do aluno, levando a crença de seu sucesso.

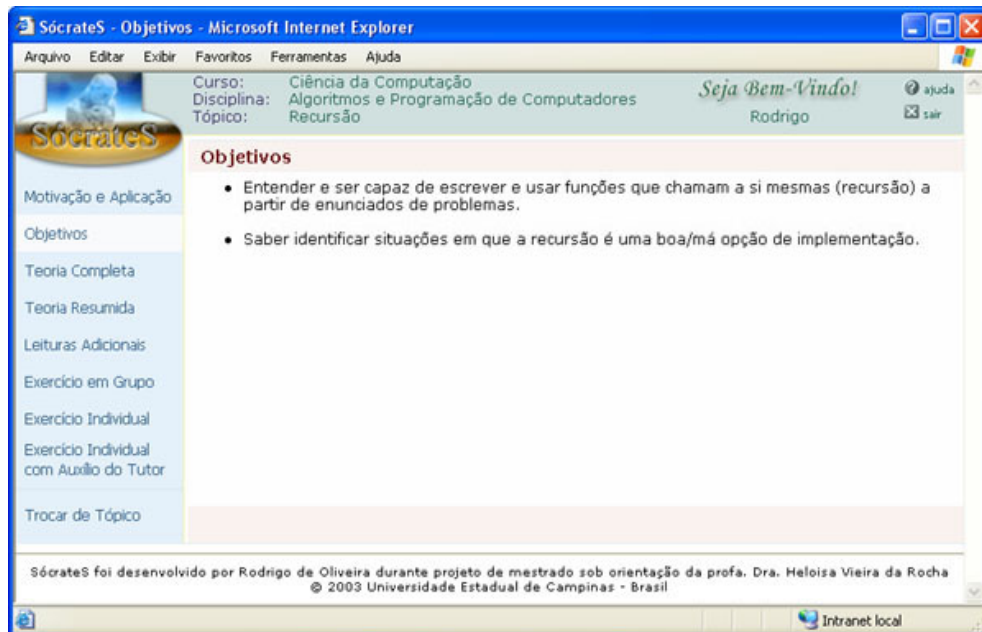


Figura 3.15: Exemplo de tela do SócrateS acessada por um aluno da turma \mathcal{A} . Por não apresentar o roteiro de estudo, os alunos desta turma não são induzidos a seguir passos pré-definidos e exploram o ambiente através do menu da forma como quiserem. Esta tela é equivalente a da Figura 3.6, exceto por não apresentar o roteiro de estudo.

No entanto, um possível sucesso identificado no item anterior pode ser questionado quanto à possibilidade do fornecimento do roteiro de estudo ter coagido os alunos a segui-lo, não indicando qualquer adaptação do sistema ao aluno, mas sim, do aluno ao sistema. O experimento com os alunos da turma \mathcal{A} tenta eliminar esta dúvida, visto que eles não recebem qualquer roteiro de estudo, sendo sua navegação pelo sistema realizada apenas pelo menu do canto esquerdo da tela de estudo do SócrateS. Embora eles não recebam o roteiro, o sistema realiza internamente todo o processo de adoção dinâmica de estratégias de ensino que ocorre com a turma \mathcal{B} , permitindo verificar se o sistema estaria se adaptando ou não ao comportamento e perfil do aluno.

Desconsiderando este processo de validação de um sucesso aparente identificado no experimento com os alunos da turma \mathcal{B} , a metodologia descrita para análise do comportamento individual dos alunos é bem simples: se este comportamento possui um alto e crescente grau de discordância com a estratégia que está sendo aplicada, houve um fracasso da proposta; se for baixo e decrescente, houve um sucesso aparente. No entanto, é preciso identificar uma boa metodologia para analisar os dados como um todo e não apenas casos isolados. Optou-se por encontrar a média dos comportamentos dos alunos de cada turma do experimento para só então obter conclusões mais concisas acerca do sucesso ou fracasso da aplicação da proposta deste trabalho no experimento realizado. A

título de exemplo, seja um aluno *A* que usou o sistema e realizou três sessões onde:

- na primeira seu comportamento indicava a necessidade de alteração da estratégia usada;
- na segunda não indicava a necessidade de alteração da estratégia e;
- na terceira também não.

Como a necessidade de alteração da estratégia de ensino escolhida pelo sistema foi baixa e decrescente, conclui-se que houve um sucesso aparente da proposta. A Figura 3.16 mostra visualmente esta queda de necessidade de alteração da estratégia chegando a um nível razoavelmente baixo.

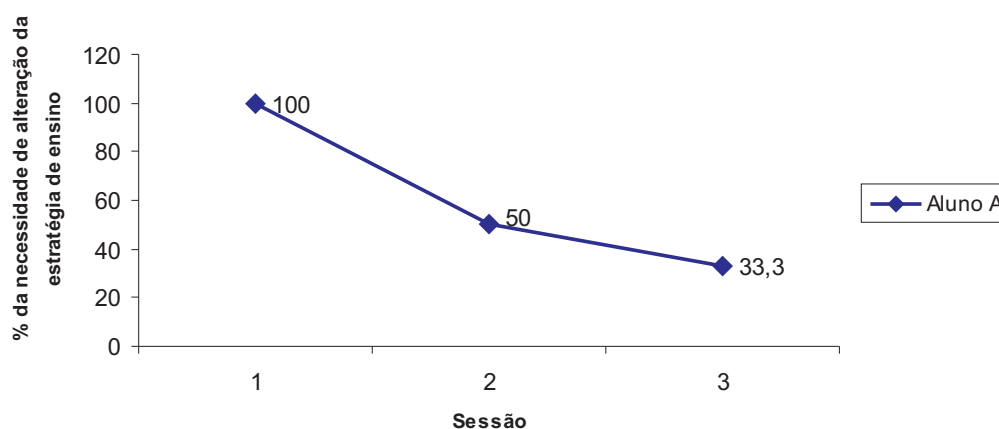


Figura 3.16: Exemplo de comportamento de um aluno *A* qualquer que pode caracterizar um sucesso aparente da adoção dinâmica de estratégias de ensino.

Se o exemplo anterior também estivesse analisando o comportamento de um outro aluno *B* que fez três sessões onde apenas na terceira apresentou necessidade de alteração da estratégia, o que se quer é encontrar a média do comportamento dos dois alunos *A* e *B* para avaliar se a proposta obteve sucesso de aplicação na média dos casos, e não em um caso específico. A Figura 3.17 mostra um gráfico de linha que caracteriza o comportamento destes dois alunos e a média deles.

É importante destacar que cada aluno está livre para usar o sistema da forma como bem entender. Qualquer imposição feita nesta forma de uso pode implicar em um desvio dos reais interesses do aluno quanto ao estudo. Logo, todos os alunos poderiam usar o sistema quantas vezes quisessem, o que resultou em um número de sessões extremamente diversificado. Embora esta liberdade seja necessária, a análise dos dados obtidos deve ser mais elaborada.

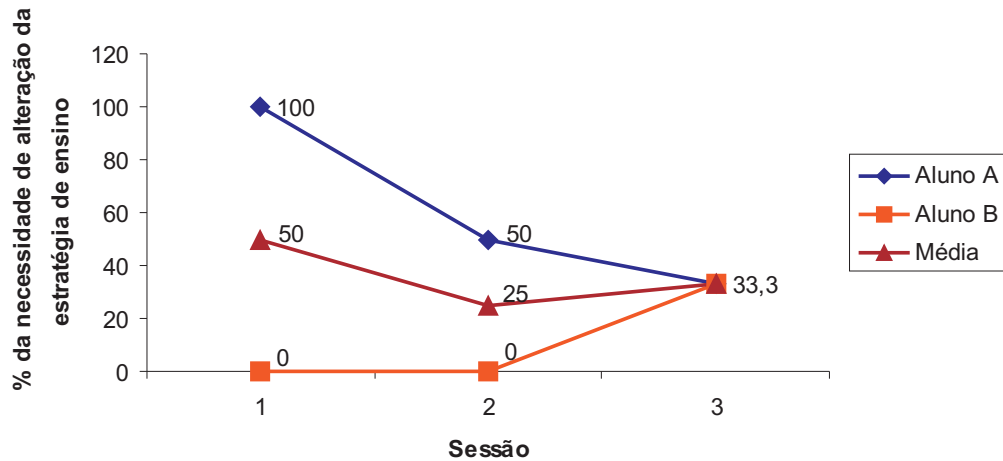


Figura 3.17: Exemplo de média dos comportamentos de dois alunos A e B quaisquer para análise de sucesso/fracasso da proposta de adoção dinâmica de estratégias de ensino.

Se no exemplo anterior existisse um terceiro aluno C que tivesse realizado sete sessões ao invés de três, o cálculo da média do comportamento dos alunos A , B e C já não seria possível, visto não existir dado algum para as sessões quatro, cinco, seis e sete dos alunos A e B . Nesse caso, é preciso enxergar os dados de cada aluno como comportamentos individuais e únicos. Embora um acesse o sistema três vezes e outro acesse sete, são duas pessoas distintas e seus comportamentos perante o sistema devem ser considerados como duas unidades de igual importância para efeito de comparação e análise. Sendo assim, propõe-se uma metodologia para análise destes dados onde todas as sessões dos alunos sejam normalizadas para o valor da maior sessão da amostra sem alterar as características individuais dos comportamentos de cada aluno.

No exemplo anterior, o valor da maior sessão é sete, equivalente ao número de acessos ao sistema realizados pelo aluno C . Logo, os dados das três sessões dos alunos A e B devem ser manipulados algebricamente para refletirem o mesmo comportamento em sete sessões, permitindo o cálculo trivial da média dos comportamentos dos três alunos. Para tanto, é necessário identificar três pontos igualmente espaçados no eixo das abscissas com as sete sessões. A Equação (3.2) mostra a fórmula usada para encontrar estes pontos.

$$\frac{\text{maior_sessão} - 1}{\text{menor_sessão} - 1} \times (\text{número_ponto} - 1) + 1. \quad (3.2)$$

Feito o cálculo destes três pontos nas equações a seguir, tem-se uma associação direta das sessões um, dois e três com os pontos (ou sessões) encontrados respectivamente: um, quatro e sete.

$$\frac{7-1}{3-1} \times (1-1) + 1 = 1,$$

$$\frac{7-1}{3-1} \times (2-1) + 1 = 4,$$

$$\frac{7-1}{3-1} \times (3-1) + 1 = 7.$$

A Figura 3.18 mostra o resultado da normalização em sete sessões do comportamento do aluno *A*. É possível verificar que este gráfico de linha apresenta as mesmas características do gráfico da Figura 3.16 onde o comportamento do aluno era descrito em três sessões.

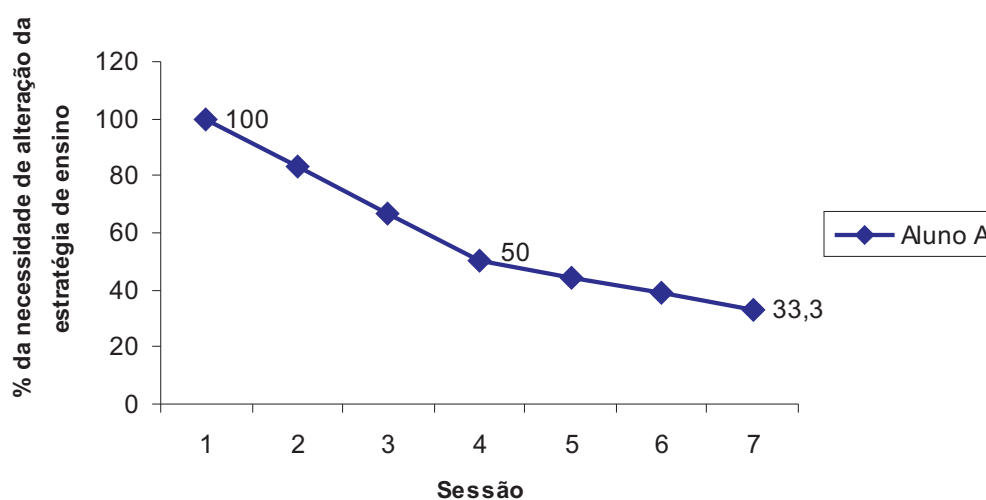


Figura 3.18: Comportamento do aluno *A* normalizado em sete sessões. Suas características são exatamente iguais as do gráfico da Figura 3.16 para três sessões.

Para que a média dos comportamentos dos alunos possa ser calculada, é necessário descobrir a porcentagem da necessidade de alteração da estratégia de ensino usada com os alunos *A* e *B* em cada uma de suas sete sessões. No caso do aluno *A*, embora o gráfico da Figura 3.18 esteja visualmente completo, é necessário calcular os pontos sobre o gráfico de linha para as sessões dois, três, cinco e seis, ou seja, os valores de $f(2)$, $f(3)$, $f(5)$ e

$f(6)$. Para isso, basta aplicar a fórmula da interpolação linear da Equação (3.3) (Press et al., 1992).

$$f_1(x) = f(x_0) + \frac{f(x_1) - f(x_0)}{x_1 - x_0}(x - x_0). \quad (3.3)$$

As equações a seguir fazem o cálculo dos valores referentes a todas as sete sessões do aluno A usando a fórmula (3.3) da interpolação linear.

$$\begin{aligned} f_1(1) &= f(1) + \frac{f(4) - f(1)}{4 - 1}(1 - 1) = & 100 + \frac{50 - 100}{4 - 1}(0) &= 100, \\ f_1(2) &= f(1) + \frac{f(4) - f(1)}{4 - 1}(2 - 1) = & 100 + \frac{50 - 100}{4 - 1}(1) &= 83,333\dots, \\ f_1(3) &= f(1) + \frac{f(4) - f(1)}{4 - 1}(3 - 1) = & 100 + \frac{50 - 100}{4 - 1}(2) &= 66,666\dots, \\ f_1(4) &= f(4) + \frac{f(7) - f(4)}{7 - 4}(4 - 4) = & 50 + \frac{33,333 - 50}{7 - 4}(0) &= 50, \\ f_1(5) &= f(4) + \frac{f(7) - f(4)}{7 - 4}(5 - 4) = & 50 + \frac{33,333 - 50}{7 - 4}(1) &= 44,444\dots, \\ f_1(6) &= f(4) + \frac{f(7) - f(4)}{7 - 4}(6 - 4) = & 50 + \frac{33,333 - 50}{7 - 4}(2) &= 38,888\dots, \\ f_1(7) &= f(4) + \frac{f(7) - f(4)}{7 - 4}(7 - 4) = & 50 + \frac{33,333 - 50}{7 - 4}(3) &= 33,333\dots \end{aligned}$$

Este mesmo cálculo poderia ser feito para encontrar os valores para as sete sessões do aluno B , viabilizando o cálculo da média dos comportamentos entre os três alunos A , B e C . Desconsiderando o último aluno C inserido no exemplo apenas para gerar a discussão sobre a análise de comportamentos com números de sessões diferentes, o gráfico da Figura 3.19 mostra o comportamento dos alunos A e B normalizados em sete sessões e a média de seus comportamentos. É possível notar que as características do gráfico de linha permanecem iguais as da Figura 3.17 na qual seus comportamentos eram descritos em três sessões.

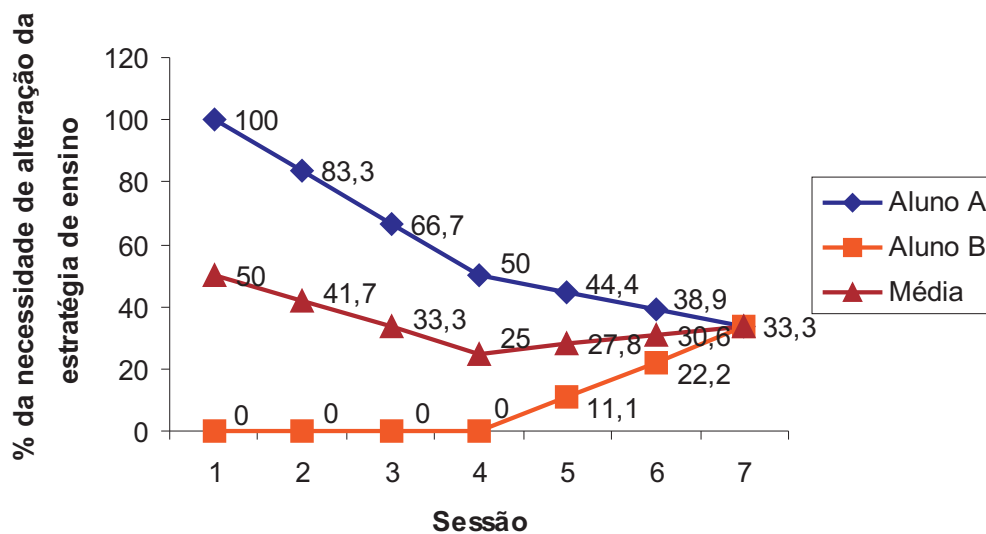


Figura 3.19: Comportamentos dos alunos *A* e *B* normalizados em sete sessões e a média deles. Suas características são exatamente iguais as do gráfico da Figura 3.17 para três sessões.

Capítulo 4

Resultados e Discussão

4.1 Perfil dos Alunos

O experimento realizado com os alunos da disciplina de Algoritmos e Programação de Computadores do curso de Engenharia Elétrica da UNICAMP identificou preferências muito similares entre as turmas \mathcal{A} e \mathcal{B} . A Figura 4.1 e a Tabela 4.1 mostram a porcentagem de alunos de cada turma com preferências por extroversão, introversão, senso, intuição, razão, emoção, julgamento e percepção.

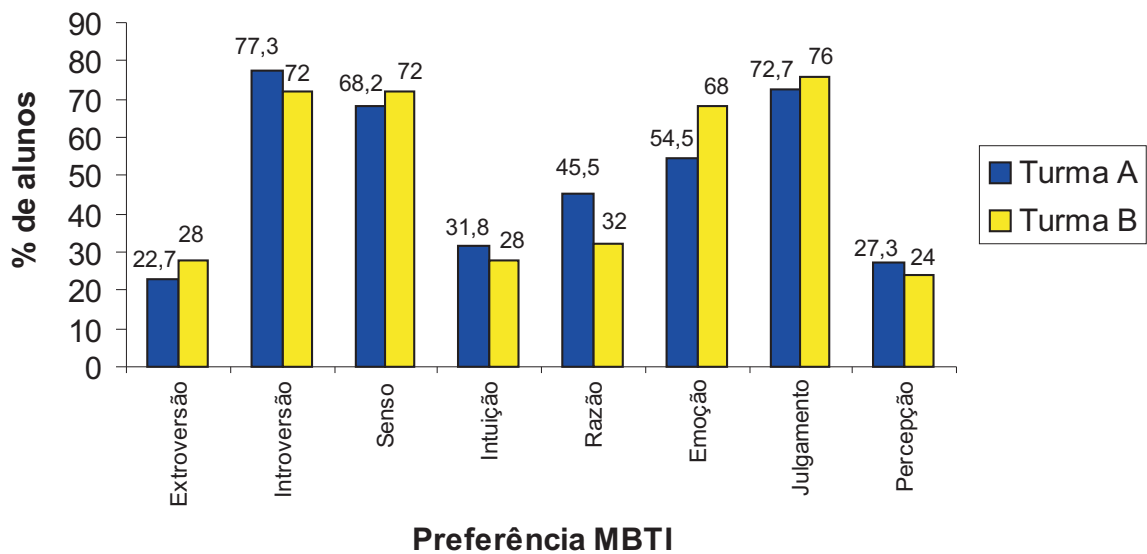


Figura 4.1: Preferências dos alunos das turmas \mathcal{A} e \mathcal{B} segundo o indicador MBTI®.

Tabela 4.1: Médias e intervalos de confiança das preferências MBTI® dos alunos das turmas \mathcal{A} e \mathcal{B} .

Preferência MBTI®	Turma \mathcal{A}	IC média Turma \mathcal{A} ($P = 5\%$)*	Turma \mathcal{B}	IC média Turma \mathcal{B} ($P = 5\%$)*
Extroversão (E)	22,7	8,1 - 37,4	28	13,3 - 42,7
Introversão (I)	77,3	62,7 - 92,0	72	57,3 - 86,7
Senso (S)	68,2	52,0 - 84,5	72	57,3 - 86,7
Intuição (N)	31,8	15,5 - 48,1	28	13,3 - 42,7
Razão (T)	45,5	28,1 - 62,9	32	16,7 - 47,3
Emoção (F)	54,5	37,1 - 71,9	68	52,7 - 83,3
Julgamento (J)	72,7	57,1 - 88,3	76	62,0 - 90,0
Percepção (P)	27,3	11,7 - 42,9	24	10,0 - 38,0

* P : nível de probabilidade.

Os dados da Figura 4.1 e da Tabela 4.1 foram obtidos da aplicação do questionário MBTI® (Anexo A) respondido pelos alunos no primeiro contato com o SócrateS. Como se pode notar, as preferências dos alunos das turmas \mathcal{A} e \mathcal{B} são similares ($P > 0,05$), podendo-se afirmar que as duas turmas são homogêneas em termos de preferências dos alunos. Isto cria um panorama propício para avaliações comparativas entre as turmas. Como as seções a seguir tiram conclusões sobre o sucesso ou fracasso aparente da adoção dinâmica de estratégias de ensino para os alunos da turma \mathcal{B} (que recebiam o roteiro de estudo) e reforça estas conclusões através de análises do comportamento dos alunos da turma \mathcal{A} (que não recebiam o roteiro de estudo), este panorama casual onde ambas as turmas possuem preferências similares se faz bastante adequado. Do contrário, alguns questionamentos poderiam ser feitos quanto à validade deste reforço das conclusões.

4.2 Qual a Melhor: Adoção Estática ou Dinâmica de Estratégias de Ensino?

Talvez esta seja uma pergunta um pouco precipitada dado que o experimento realizado envolveu apenas 47 alunos usando o sistema para estudo de um único tópico, podendo o comportamento da amostra apresentar características diferentes quando utilizado em um curso completo. Além disso, a própria natureza do tema abordado pode exigir posturas diferentes dos alunos, podendo estes se comportarem de forma não condizente com suas preferências. Embora esta seja a realidade de aplicação de qualquer ferramenta construída para auxílio educacional, é importante destacar que o experimento realizado não é sufi-

ciente para dar uma resposta definitiva à pergunta feita nesta seção. Sendo assim, a nova pergunta a ser discutida é:

*“Qual **foi** a melhor abordagem para adoção de estratégias de ensino no experimento realizado: estática ou dinâmica?”*

Esta segunda pergunta é bem menos pretensiosa, assumindo o custo da enorme restrição feita à primeira ao ganho de maior credibilidade e incentivo a futuras pesquisas. Para responder a pergunta, sugere-se os seguintes passos brevemente descritos na seção 3.2.3:

1. Inicialmente, faz-se a seguinte suposição:

Suposição Inicial *A abordagem dinâmica para escolha da estratégia de ensino mais adequada a cada aluno apresentou sucesso no experimento realizado e foi melhor do que uma possível implementação da abordagem estática.*

2. Em seguida, deve se fazer uma análise do comportamento dos alunos da turma \mathcal{B} que usaram o SócrateS e receberam o roteiro de estudo.

Suposição 1 *A média dos comportamentos dos alunos identificada nesta análise apresenta uma baixa e decrescente necessidade de alteração da estratégia proposta a cada sessão, indicando um sucesso da abordagem dinâmica.*

3. No entanto, o fato de se concluir um sucesso da abordagem dinâmica (**Suposição 1**) não quer dizer que não haveria também este mesmo sucesso caso a abordagem estática fosse usada. Além disso, a presença de um roteiro de estudo pode ter sido fundamental para influenciar nas tomadas de decisões do aluno, gerando dados que confirmassem um sucesso aparente. Sendo assim, deve ser feita uma análise do comportamento dos alunos da turma \mathcal{A} que usaram o SócrateS e não receberam o roteiro de estudo. Esta análise deve gerar duas médias de comportamento destes alunos:

- Média dos comportamentos caso estivesse sendo usada a abordagem *dinâmica*;
- Média dos comportamentos caso estivesse sendo usada a abordagem *estática*.

Suposição 2 *A primeira dessas médias dos comportamentos dos alunos apresenta uma decrescente necessidade de alteração da estratégia escolhida a cada sessão (porém não apresentada em um roteiro de estudo por ser a turma \mathcal{A}). Logo, conclui-se que haveria um sucesso caso fosse adotada uma abordagem dinâmica para a turma \mathcal{A} .*

Suposição 3 *A segunda média dos comportamentos apresenta uma crescente necessidade de alteração da estratégia escolhida a cada sessão. Logo, certamente haveria um fracasso na adoção estática de estratégias de ensino para a turma A.*

4. Se a **Suposição 1** estiver correta, conclui-se um sucesso aparente da adoção dinâmica para o experimento realizado. Para que este sucesso seja confirmado, a **Suposição 2** também deve estar correta. Por fim, a validação da **Suposição 3** garante que a adoção dinâmica seria melhor que a estática para a turma A. Caso as três suposições estejam corretas, a **Suposição Inicial** também estará.

4.2.1 Análise do Comportamento dos Alunos da Turma B

Os alunos da turma B assistiram uma aula presencial sobre o tópico de Recursão e utilizaram o SócrateS nas duas semanas seguintes entre os dias 14 e 28 de outubro de 2003. Dentro deste período, freqüentaram duas aulas (uma em cada semana) com uma hora de duração cada no Laboratório de Informática da Engenharia Elétrica onde usaram o sistema para estudar e resolver exercícios da forma como desejassem. Fora dessas aulas, os alunos continuaram utilizando o SócrateS, totalizando uma média de seis sessões por aluno aproximadamente.

A Figura 4.2 mostra o gráfico de linha da média dos comportamentos dos alunos da turma B de acordo com a necessidade de alteração da estratégia de ensino proposta dinamicamente a cada sessão. Esta média foi calculada usando a normalização dos dados dos alunos para a maior sessão existente da amostra, processo este descrito na seção 3.2.3. Os dados brutos usados neste cálculo referentes ao comportamento destes alunos encontram-se disponíveis no Anexo C.

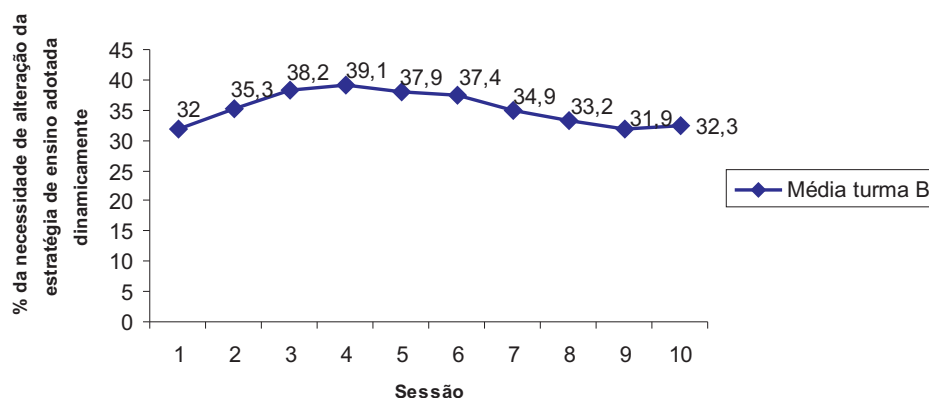


Figura 4.2: Média dos comportamentos dos alunos da turma B segundo a necessidade de alteração da estratégia de ensino dinâmica usada a cada sessão.

Como se pode notar na Figura 4.2, a média dos comportamentos dos alunos da turma \mathcal{B} está dividida em dez sessões, apresentando uma necessidade crescente de alteração da estratégia de ensino proposta nas primeiras quatro sessões (começando com 32% e atingindo 39,1%). A partir daí, tem-se um decréscimo constante até a nona sessão (31,9%), onde se estabiliza na décima (32,3%) com um valor baixo muito próximo daquele apresentado na primeira sessão. Acredita-se que a variação inicial seja decorrente de um fato comum no primeiro contato de um usuário com qualquer interface: exploração do ambiente. Até as primeiras quatro sessões, o comportamento dos alunos é típico de uma exploração do sistema para conhecimento das tarefas automatizadas. Assumindo este perfil, o aluno passa a utilizar os recursos disponíveis não intencionalmente, mas exploratoriamente, buscando apenas conhecer o ambiente. As sessões seguintes são fundamentais para caracterizar este cenário, iniciando uma queda da necessidade de alteração da estratégia proposta. Caso fosse incorreto afirmar que o comportamento das primeiras quatro sessões é devido a uma necessidade de exploração do ambiente, as sessões seguintes ou estabilizariam em um nível alto ou revelariam uma ascensão ainda maior.

Sendo assim, conclui-se que os alunos buscaram inicialmente conhecer o sistema e, cientes de toda a gama de possibilidades oferecidas por ele, passaram a agir de acordo com suas preferências (não obrigatoriamente aquelas de seus respectivos indicadores MBTI®). Este comportamento resultante pôde ser identificado pelo algoritmo de adoção dinâmica de estratégias de ensino como pode ser visto nos baixos índices do gráfico de linha descendente da Figura 4.2. No entanto, embora este cenário indique um sucesso da implementação da abordagem dinâmica, pode-se argumentar que ele foi criado artificialmente. Algo na interface com o título “Roteiro de Estudo” é mais do que sugestivo, incentivando os alunos a segui-lo e gerando dados que revelam uma suposta adaptação do sistema ao aluno. Para eliminar esta dúvida, seria necessário analisar o comportamento de alunos que usaram o SócrateS mas não receberam o roteiro de estudo. No entanto, embora o sistema não forneça este roteiro de estudo, é necessário que ele realize internamente todo o processo de adoção dinâmica da estratégia de ensino mais adequada ao comportamento de todos os alunos para posterior análise. Como resultado desta análise, será possível responder à pergunta: “Se o sistema não fornecesse o roteiro de estudo, ainda sim era capaz de identificar com sucesso uma estratégia de ensino para o aluno através da adoção dinâmica?”.

4.2.2 Análise do Comportamento dos Alunos da Turma \mathcal{A}

Para responder o questionamento levantado na seção anterior, foi necessário adaptar a interface do protótipo do SócrateS para não apresentar o roteiro de estudo aos alunos da turma \mathcal{A} do experimento. Da mesma forma que os alunos da turma \mathcal{B} , eles assistiram

uma aula presencial sobre o tópico de Recursão e usaram o SócrateS nas duas semanas seguintes, tanto individualmente quanto nas aulas de laboratório, totalizando uma média de 4,2 sessões por aluno aproximadamente.

A Figura 4.3 mostra o gráfico de linha da média dos comportamentos dos alunos da turma \mathcal{A} de acordo com a necessidade de alteração da estratégia de ensino que poderia ter sido proposta dinamicamente a cada sessão. O cálculo desta média usa os dados destes alunos disponível no Anexo C e a metodologia apresentada na seção 3.2.3.

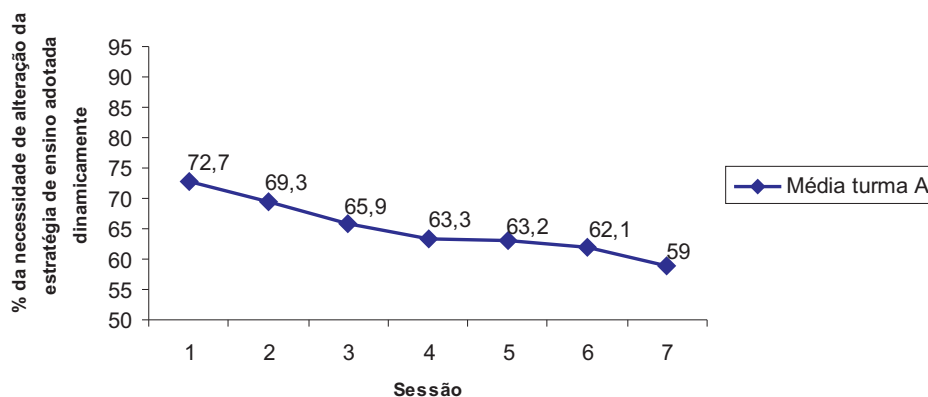


Figura 4.3: Média dos comportamentos dos alunos da turma \mathcal{A} segundo a necessidade de alteração da estratégia de ensino dinâmica que poderia ter sido usada a cada sessão.

A Figura 4.3 mostra a média dos comportamentos dos alunos da turma \mathcal{A} dividida em sete sessões com uma necessidade decrescente de alteração da estratégia de ensino proposta a cada sessão (de 72 para 59%). Este cenário seria suficiente para confirmar o sucesso aparente da abordagem de adoção dinâmica identificado na seção anterior caso os índices da necessidade de alteração da estratégia não fossem tão elevados. Sendo assim, embora se possa concluir que o declínio destes índices confirme o sucesso identificado para a abordagem dinâmica na seção anterior, seus altos valores colocam em dúvida se a abordagem estática não seria melhor.

A Figura 4.4 mostra o gráfico de linha da média dos comportamentos dos alunos da turma \mathcal{A} de acordo com a necessidade de alteração da estratégia de ensino que poderia ter sido proposta estaticamente a cada sessão (estratégia sempre segundo o MBTI[®] do aluno). O cálculo desta média é feito como anteriormente, usando os dados do Anexo C e a metodologia descrita na seção 3.2.3.

Como se pode perceber na Figura 4.4, a abordagem estática não obteria sucesso de aplicação para a turma \mathcal{A} devido a um crescimento constante da necessidade de alteração da estratégia estática que poderia ter sido proposta a cada sessão. Em outras palavras,

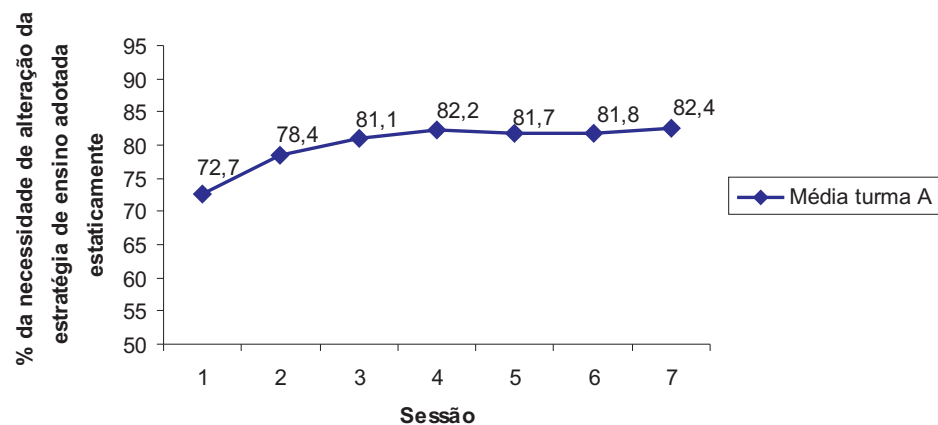


Figura 4.4: Média dos comportamentos dos alunos da turma turma \mathcal{A} segundo a necessidade de alteração da estratégia de ensino estática que poderia ter sido usada a cada sessão.

o sistema não estaria se adaptando ao perfil do aluno, propondo sempre um roteiro de estudo não condizente com os interesses dos mesmos. Além do crescimento da função na Figura 4.4, os índices elevados da necessidade de alteração da estratégia proposta reafirmam o fracasso da abordagem estática.

4.2.3 Concluindo...

O experimento realizado com os alunos da turma \mathcal{B} revela um sucesso da implementação da abordagem dinâmica de adoção de estratégias de ensino segundo o MBTI[®] dos alunos. De acordo com as análises feitas, os roteiros de estudo sugeridos apresentavam índices de necessidade de alteração para menos de $1/3$ das sessões realizadas, indicando uma boa adaptação ao perfil do aluno. No entanto, embora o experimento realizado com os alunos da turma \mathcal{A} revele uma superioridade da abordagem dinâmica sobre a estática, a confirmação do sucesso identificado no experimento com a turma \mathcal{B} é duvidosa. Isto porque os índices de necessidade de alteração da estratégia de ensino que poderia ter sido proposta dinamicamente aos alunos desta turma foram muito altos, da ordem de quase 60% das sessões realizadas. Alguns dos possíveis motivos para este fato são:

- Uma eventual falha na identificação do tipo MBTI[®] dos alunos devido a uma duplicância por parte dos alunos ao responderem o seu questionário;
- Pequena visibilidade da interface, onde o mapeamento dos objetos disponíveis nela (botões, links, etc.) à realização de suas correspondentes tarefas não tenha ficado

claro. Isto pode ter obrigado os alunos a usarem o sistema não da forma como queriam, mas da forma como tiveram que escolher, baseando-se num primeiro contato com o sistema;

- Implementação de um curso limitado a apenas um tópico de estudo o que não exigiu maior conhecimento do SócrateS, conduzindo ao motivo do item anterior.

A partir dos resultados obtidos, conclui-se apenas que a implementação da abordagem dinâmica apresentou melhor adaptação ao perfil dos alunos do experimento do que a abordagem estática. Embora as análises feitas indiquem um sucesso aparente da proposta dinâmica, este sucesso pode ser questionado com uma cautela adicional devido à possibilidade do aluno estar se adequando ao sistema ao invés do sistema se adequar a ele.

Na tentativa de encontrar causas para o sucesso aparente da abordagem dinâmica, todos os alunos do experimento receberam um questionário que avalia a satisfação deles com o SócrateS (Anexo D). Além de ajudar a compreender certas tomadas de decisão dos alunos, o questionário é de grande importância para identificar falhas de usabilidade do sistema. A seção a seguir faz uma análise dos resultados obtidos com a aplicação deste questionário.

4.3 Avaliação da Satisfação dos Alunos com o SócrateS

Ao término do experimento, os alunos de ambas as turmas \mathcal{A} e \mathcal{B} receberam um questionário que avaliava a satisfação deles com o SócrateS e alguns atributos de usabilidade (Anexo D). Para não invalidar o resultado desta avaliação, os alunos não foram obrigados a responder todo o questionário podendo até mesmo nem entregá-lo. Mais de 70% dos alunos do experimento entregaram o questionário, sendo 13 da turma \mathcal{A} e 20 da turma \mathcal{B} . Destes 33 alunos, quatro não responderam a todas as questões.

Como dito na seção anterior, o questionário foi elaborado para responder algumas questões em aberto. Uma das dúvidas ainda pendente é o fato de que os alunos da turma \mathcal{B} podem ter sido coagidos a usarem o roteiro de estudo por se sentirem melhor guiados dessa forma. Além disso, é preciso saber se a curiosidade também foi um fator importante para que eles usassem o roteiro, confirmando a suposição de que eles assumiram uma postura inicial de exploração do ambiente. Motivos que podem caracterizar falhas de usabilidade da interface são: usar o roteiro por estar insatisfeito com o menu ou não ter nem percebido a sua presença. A Tabela 4.2 mostra a intensidade dos motivos que levaram os alunos a usar o roteiro de estudo.

A princípio, os resultados desta tabela não revelam motivo algum para uso do roteiro de estudo que caracterize uma falha de usabilidade. Apenas a curiosidade de usar o

Tabela 4.2: Relação de motivos para o uso do roteiro de estudo do SócrateS por parte dos alunos. A intensidade dos motivos pode ser: indiferente, pouca, muita ou essencial.

Turmas	Importância dos motivos para uso do roteiro de estudo			
	Curiosidade	Sensação de melhor opção	Insatisfação com o menu	Não viu o roteiro de estudo
Turma \mathcal{A}	—	—	—	—
Turma \mathcal{B}	MUITA	MUITA	INDIFERENTE	INDIFERENTE

roteiro e a sensação de estar fazendo a melhor opção seguindo ele foram motivos para seu uso. Embora não tenham sido considerados motivos essenciais para isso, em média, foram considerados motivos de grande importância, o que confirma a suposição de que os alunos adotaram inicialmente um perfil de exploração do ambiente e podem ter sido conduzidos a seguirem os passos sugeridos pelo sistema. De qualquer forma, a intenção do sistema era realmente sugerir a forma de estudo mais adequada ao aluno e incentivá-lo a segui-la, o que também indica um sucesso na construção de sua interface. De maneira análoga, a Tabela 4.3 mostra a intensidade dos motivos que levaram os alunos a usar o menu do SócrateS.

Tabela 4.3: Relação de motivos para o uso do menu do SócrateS por parte dos alunos. A intensidade dos motivos pode ser: indiferente, pouca, muita ou essencial.

Turmas	Importância dos motivos para uso do menu			
	Curiosidade	Costume	Insatisfação com o roteiro de estudo	Não viu o menu
Turma \mathcal{A}	—	—	—	—
Turma \mathcal{B}	MUITA	POUCA	INDIFERENTE	INDIFERENTE

Pela Tabela 4.3 é possível verificar que nenhum dos motivos de uso do menu do SócrateS que revelassem uma falha de usabilidade pôde ser identificado. Os únicos motivos foram a curiosidade e o costume de usar o menu (disponível no canto esquerdo da maioria dos *sites* de Internet), sendo o primeiro de maior importância. Novamente, sendo a curiosidade um fator de muita importância na escolha da navegação através do menu, acredita-se confirmar a suposição de que os alunos assumiram um comportamento de exploração do ambiente.

Dentre todos os 33 alunos que responderam ao questionário, apenas um deles (turma \mathcal{A}) não percebeu a existência de várias formas de visualização da teoria (motivação, objetivos, teoria completa, teoria resumida e leituras complementares) e dos exercícios (individual, individual com auxílio do tutor e em grupo). O motivo identificado por ele para não ter

percebido essas diversas opções não foi uma eventual dificuldade de uso do sistema, mas sim, o seu baixo uso dele. A Tabela 4.4 mostra a avaliação feita pelos 32 alunos restantes quanto à importância desta técnica de apresentação de conteúdo.

Tabela 4.4: Avaliação da técnica de adaptação de conteúdo do SócrateS para apresentação de teoria e exercícios sob diversas formas.

Turmas	Avaliação da técnica de apresentação de teoria e exercícios sob diversas formas		
	Prejudicial	Sem Importância	Importante
Turma \mathcal{A}	0,0%	0,0%	100%
Turma \mathcal{B}	0,0%	5,9%	94,1%
Média	0,0%	3,4%	96,6%

Os dados revelam que mais de 96% dos alunos consideraram importante a técnica de adaptação de conteúdo utilizada no SócrateS, permitindo a apresentação dele sob diversas formas. Em outras palavras, apenas um dentre os 33 alunos que responderam o questionário considerou a técnica sem importância, não existindo portanto nenhum aluno que considerasse a técnica prejudicial. Como consequência disso, pode-se concluir que a abordagem de conteúdos adaptados teve uma aceitação muito boa por parte dos alunos.

Dentro da área de Interface Humano-Computador (IHC), o termo usabilidade é definido por Preece, Rogers & Sharp (2002) como uma combinação de alguns atributos orientados a usuário: eficiência e efetividade de uso, segurança de uso ou baixa taxa de erros, boa utilidade, facilidade de aprendizagem e de lembrar. A Tabela 4.5 mostra o resultado da avaliação feita pelos alunos destes atributos em seu contato com o SócrateS.

Pela Tabela 4.5, a facilidade de usar e lembrar o uso do sistema foram avaliadas como excelentes, podendo indicar que a estrutura de divisões da interface em regiões, o agrupamento e a divisão de objetos e tarefas através de menus e botões, bem como seus posicionamentos estão razoavelmente bem elaborados para evitar novo processo de reaprendizado. Isso evita desperdício de tempo e aumenta a confiança do usuário, garantindo segurança nas tomadas de decisão e consequentemente maior satisfação de uso. Da mesma forma, a utilidade de uso do sistema foi avaliada com níveis próximos ao excelente por ambas as turmas. Logo, a partir deste resultado, o uso do sistema foi conclusivamente aprovado pelos próprios alunos para uso complementar em outros domínios da estrutura curricular do curso de Engenharia Elétrica.

Embora a Tabela 4.5 mostre que ambas as turmas consideraram a velocidade de realização das tarefas no sistema como boa, a turma \mathcal{A} apresentou índices superiores ($P < 0,05$) ao da turma \mathcal{B} . Provavelmente isso se deve ao fato de que a apresentação do roteiro de estudo exige um custo computacional adicional tanto para a escolha das imagens

Tabela 4.5: Avaliação das características de usabilidade do SócrateS. A escala de notas é: Péssima (0-19), Ruim (20-39), Razoável (40-59), Boa (60-79), Excelente (80-100).

Atributos de Usabilidade	Turma \mathcal{A}	Turma \mathcal{B}
Facilidade de aprender como usar o sistema	Excelente (84,6)	Boa (78,4)
Facilidade de lembrar como usar o sistema	Excelente (85)	Excelente (82,4)
Velocidade para realizar tarefas*	Boa (78,8)	Boa (62,5)
Utilidade de uso do sistema como complemento nas disciplinas	Excelente (85)	Boa (78,9)
Capacidade do sistema de evitar que o aluno cometa erros	Boa (72,8)	Razoável (58,5)
Nota dada pelos alunos ao sistema*	Excelente (85,9)	Boa (75)

* Médias estatisticamente diferentes pelo teste t de Student ($P < 0,05$)

que irão compor visualmente o roteiro quanto para o próprio carregamento delas. Logo, os alunos da turma \mathcal{B} sentiram um atraso maior na realização das tarefas do que a turma \mathcal{A} . Além disso, como já dito na seção 3.2.1, o servidor que armazenava o SócrateS estava disponível através de um link com apenas 64kbps para transferência de dados. Acredita-se que em situações reais de uso do sistema onde as taxas de transferência apresentarão índices sensivelmente maiores, avaliações como esta poderão indicar uma satisfação maior por parte dos alunos.

Dentre todos os atributos de usabilidade avaliados pelos alunos, a Tabela 4.5 mostra que a capacidade do sistema de evitar que o usuário cometa erros foi considerada a mais falha. Embora seja a avaliação mais baixa tanto da turma \mathcal{B} (58,5) quanto da turma \mathcal{A} (72,8), a média de ambas ainda garante um bom índice (64). Além disso, em uma das avaliações, um aluno deixou de atribuir uma nota para este quesito visto não ter entendido o que se queria dizer com “evitar que o aluno cometa erros”. Realmente não se trata de uma questão simples para o usuário, mas para um grupo de avaliadores de interface. De qualquer forma, talvez este seja um ponto de partida importante para identificação de melhorias na interface do sistema em trabalhos futuros.

Por último, a avaliação final dos alunos confere uma nota ao sistema, podendo refletir uma média destes quesitos adicionada à satisfação subjetiva de cada um. Pela Tabela 4.5, os alunos da turma \mathcal{A} atribuíram uma melhor ($P < 0,05$) aprovação ao sistema do que aqueles da turma \mathcal{B} . O motivo desta diferença pode ser devido ao fato de que a turma \mathcal{A} apresentou médias de avaliação sempre menores (embora quase todas não significativas) do que a da turma \mathcal{B} . Sendo assim, além das questões de atraso na velocidade de execução devido à presença do roteiro de estudo, a sua presença na interface pode ter dificultado o aprendizado e a memória de uso por constituir uma nova unidade de informação competindo com as demais presentes. Essa perda no design minimalista defendido por uma das 10 heurísticas de usabilidade sugeridas por Nielsen & Molich (1990), embora conceitualmente necessária a esta proposta, pode ter contribuído para a diferença na avaliação final das duas turmas. De qualquer forma, os valores obtidos apontam um nível de bom a excelente ao SócrateS, o que indica uma validação bastante satisfatória do protótipo construído.

Capítulo 5

Comentários Finais e Trabalhos Futuros

O protótipo SócrateS foi construído para validar a proposta feita neste trabalho de um sistema de ensino-aprendizado inteligente que consiga suprir a ausência do professor extraclasse, funcionando como uma ferramenta de e-learning adaptativa ao perfil dos alunos.

Mantendo a proposta de uma abordagem qualitativa de ensino onde o sistema deve ser usado nos moldes do EAD em conjunto com o ensino convencional em sala de aula, foi realizado um experimento com alunos do curso de Engenharia Elétrica da UNICAMP na tentativa de validar as idéias aqui discutidas. Os alunos tiveram aulas presenciais sobre o tópico de Recursão em programação de computadores e utilizaram o SócrateS por um período de duas semanas, realizando exercícios e estudando teoria da forma como desejaram.

Como resultado de uma avaliação de satisfação realizada por eles, a facilidade para aprender e relembrar como usar o sistema, além de sua utilidade de aplicação em outras disciplinas foram consideradas excelentes. Já a velocidade de execução das tarefas e a capacidade de evitar que o usuário cometa erros foram avaliadas com bons resultados. Acredita-se que a baixa taxa de transferência de dados (64kbps) entre os computadores utilizados e o servidor (distantes 400 Km aproximadamente) foi responsável por não atingir índices maiores de aprovação.

A análise do comportamento destes alunos no uso do SócrateS revelou que a implementação da adoção dinâmica de estratégias de ensino se adaptou melhor ao perfil deles do que uma abordagem estática. Usando-se a abordagem dinâmica, o roteiro de estudo sugerido a cada aluno precisou ser alterado em menos de um $\frac{1}{3}$ das visitas ao sistema, o que garante uma boa adaptação dele aos alunos e aponta para a validade da abordagem. Outro dado que reforça essa conclusão é a confirmação de mais de 96% dos alunos quanto à importância das táticas de ensino disponibilizadas no SócrateS através de várias formas

de visualização de teoria e exercícios. No entanto, deve-se ter maior cautela ao se falar deste sucesso devido à possibilidade do aluno ter sido coagido a seguir sempre o roteiro de estudo proposto pelo sistema, dando a falsa impressão dele estar se adaptando ao aluno quando o inverso é que pode ter ocorrido.

Acredita-se que trabalhos futuros possam chegar a conclusões mais sólidas, podendo até mesmo confirmar o aparente sucesso identificado. Para isso, recomenda-se a implementação de cursos de diversas áreas com ementas que abordem a fundo uma maior quantidade de tópicos. Novos domínios poderão envolver novos perfis de alunos que terão mais tempo e material para estudar, permitindo maior contato com o sistema e livre escolha durante a navegação, evitando tomadas de decisão intrinsecamente impostas.

Embora o estado atual do protótipo tenha permitido a realização do experimento por ter sua interface com o aluno totalmente implementada, a interface com o professor e gerenciador de cursos não foi construída, tendo sido realizada “manualmente” através de atualizações nas tabelas do banco de dados do SócrateS. No entanto, o desenvolvimento desta parte do sistema não apresenta grande dificuldade principalmente por estar todo o código do protótipo documentado e sua implementação ter feito uso de tecnologias gratuitas e bem difundidas.

É importante destacar que o SócrateS implementa apenas algumas das várias táticas de ensino até então desenvolvidas de acordo com as preferências do MBTI®. Novas versões do protótipo podem não apenas incorporar novas táticas, como também usar recursos de e-learning que não foram explorados, tais como ferramentas de comunicação síncronas para discussões em grupo ou mesmo para resolução de exercícios usando, por exemplo, o *second-look*.

Em trabalhos futuros, acredita-se que esta visão colaborativa entre STI's e EAD pode ser ainda mais rica quando aliada ao m-learning (aprendizagem usando tecnologias móveis, tais como celulares, palmtops, etc.). De fato, a introdução de equipamentos eletrônicos móveis com tecnologias de comunicação sem fio garante finalmente a mobilidade tanto do aprendiz quanto do professor. No entanto, é necessário que se desenvolva uma metodologia de design de interfaces capaz de realizar a extensão de uma interface fixa como o SócrateS para uma interface móvel, onde ambos os sistemas permaneçam integrados sem degradar a usabilidade do sistema original. Desta forma, todas as vantagens da computação móvel poderão ser integradas ao SócrateS ou quaisquer outros ambientes de e-learning, fazendo com que um novo público de usuários possa ser atingido decorrente da natureza de aplicações desses dispositivos móveis.

Referências Bibliográficas

- ALVES I.; KOLBER L.; GIRAFFA, L. M. M.; POLONIA, E. HEI - Hotel Educational English: Assistente Inteligente para Suporte ao Ensino de Língua Inglesa para Hotelaria. In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, VIII. São José dos Campos: 1997. *Anais...* São José dos Campos: ITA, 1997. v. 2, p. 127-145.
- ANDERSON J. R. *Rules of the Mind*. Lawrence Erlbaum Associates, 1993.
- ANDRIESSEN, J.; SANDBERG, J.A.C. *Where is education heading and how about AI?* Journal of Artificial Intelligence in Education (1999), 10, 130-150. Disponível em: <http://computing.unn.ac.uk/staff/cgpb4/ijaied/members99/archive/vol_10/andriessen/full.html>. Acesso em: 24 nov 2003.
- ARROYO, I.; BECK, J. E.; WOOLF B. P.; BEAL, C. R.; SCHULTZ, K. *Macroadapting Animalwatch to gender and cognitive differences with respect to hint interactivity and symbolism*. In the Proceedings of the Fifth International Conference on Intelligent Tutoring Systems. 2000. Disponível em: <<ftp://queequeg.cs.umass.edu/public/papers/ITS2000-Ivon.ps>>.
- ARROYO, I.; BECK, J. E.; SCHULTZ, K; WOOLF B. P. *Piagetian Psychology in Intelligent Tutoring Systems*. In the Proceedings of the Ninth Artificial Intelligence in Education. p. 600-602. 1999. Disponível em: <<ftp://queequeg.cs.umass.edu/public/papers/aiedpiaget99.os>>.
- BECK J. E.; STERN M. K. *Bringing back the AI to AI&ED*. In the Proceedings of the Ninth International Conference on Artificial Intelligence in Education. pp. 233-240. 1999. Disponível em: <<ftp://queequeg.cs.umass.edu/public/papers/aied99.ps>>. Acesso em: 24 nov 2003.
- BECK, J.; STERN, M.; HAUGSJAA, E. *Applications of AI in Education*. The ACM's First Electronic Publication, 1998. Disponível em: <<http://www.acm.org/crossroads/xrds3-1/aied.html>>. Acesso em: 28 nov 2001.

- BRIGHTMAN, H. J. *Georgia State University Master Teacher Program: On Learning Styles*. Disponível em: <<http://www.gsu.edu/~dschjb/wwwmbti.html>>. Acesso em 29 ago 2001.
- BRUSILOVSKY, P. *Intelligent tutoring systems for Worldwide Web*. In R. Holzapfel (Eds.), Poster proceedings of Third International WWW Conference. Darmstadt, April 10-14, 1995 - p. 42-45. Disponível em: <<http://www.sis.pitt.edu/~peterb/papers/WWW95.pdf>>. Acesso em: 25 nov 2003.
- BRUSILOVSKY, P.; PESIN, L. *ISIS-Tutor: An adaptive hypertext learning environment*. Proc. of JCKBSE'94, Japanese-CIS Symposium on knowledge-based software engineering. Pereslavl-Zalesski, Russia, May 10-13, 1994. 83-87. Disponível em: <<http://www.sis.pitt.edu/~peterb/papers/JCKBSE94ISIS.pdf>>. Acesso em: 25 nov 2003.
- BUSSAB, W.O., MORETTIN, P.A. *Estatística Básica*. 4.ed. São Paulo: Atual, 1987. 321p.
- Chapter 3 - From eLearning to mLearning. Disponível em: <<http://learning.ericsson.net/leonardo/thebook/chapter3.html>>. Acesso em: 26 ago 2003.
- CREWS T. C. *AdventurePlayer: an intelligent learning environment*. CHI 95 Conference Companion 1995: 43-44. Disponível em: <http://www.acm.org/sigchi/chi95/Electronic/documnts/doctoral/tc_bdy.htm>. Acesso em: 25 nov 2003.
- DEITEL H. M.; DEITEL P. J. *Java, como programar*. 4.ed. Porto Alegre: Bookman, 2003. 1386p.
- DEMIRAY U.; ISMAN A. *History of Distance Learning*. Disponível em: <<http://home.anadolu.edu.tr/~udemiray/&Histo.htm>>. Acesso em: 18 nov 2003.
- DOWNING, D., CLARK, J. *Estatística Aplicada*. 2.ed. São Paulo: Saraiva, 2002. 351p.
- e-Learning Brasil - Dados de Mercado. Disponível em: <http://www.elearningbrasil.com.br/news/mn_mercado.asp>. Acesso em: 19 nov 2003.
- e-Learning Brasil - Qualidade dos cursos através do e-learning. Disponível em: <http://www.elearningbrasil.com.br/news/resultados/pesq_result_27.asp>. Acesso em: 19 nov 2003.

- FAGERBERG, T.; REKKEDAL, T.; RUSSELL, J. *Designing and Trying out a Learning Environment for Mobile Learners and Teachers*. Jan 2002. Disponível em: <<http://www.nettskolen.com/pub/artikkel.xsql?artid=115>>. Acesso em: 20 ago 2003.
- FEIGENBAUM, E. A.; BARR, A. *Applications-Oriented, AI Research: Education*. In: The Handbook of Artificial Intelligence - Capítulo IX. Los Altos, CA. William Kaufmann, 1982.
- FELDER, R. M. *Matters of Style*. ASEE Prism, v. 6, n. 4, p. 18-23. Dec. 1996. Disponível em: <<http://www2.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/Papers/LS-Prism.htm>>. Acesso em: 28 nov 2001.
- History of Distance Learning. Disponível em: <http://www.cdlponline.org/dlinfo/cdlp1/distance/DL_History.htm>. Acesso em: 18 nov 2003.
- KEEGAN, D. (1996). *Foundations of distance education*. 3rd edition. New York: Routledge.
- KONZEN, A. A. *Uma Estratégia de Ensino Híbrida para Sistemas Tutores Inteligentes*. Santa Cruz do Sul: UNISC, 1999.
- Learning never ends - Paducah Community College. Disponível em: <http://sats.padcc.kctcs.net/neverending/biz_n_industry_services/leadership.htm>. Acesso em: 28 nov 2001.
- MOISSA, H. E.; VICCARI, R. M. *Agente Identificador de Fatores Motivacionais e Afetivos em um Ambiente de Ensino e Aprendizagem*. Disponível em: <<http://www.inf.ufrgs.br/pos/SemanaAcademica/Semana99/harry/harry.html>>. Acesso em: ago 2001.
- Myers-Briggs Personality Type Indicator®. Disponível em: <<http://www.smc.qld.edu.au/mbti.htm>>. Acesso em: 28 nov 2001.
- NIELSEN, J. & R.MOLICH. 1990. *Heuristic Evaluation of User Interfaces*. Proceedings of CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. New York: ACM, 249-256.
- OMG Unified Modeling Language Specification. 1.5v. Disponível em: <<http://www.omg.org/uml>>. Acesso em: 21 mai 2003.
- PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H. *Interaction design: Human-computer interaction*. 1.ed. New York: John Wiley & Sons, 2002. 520p.

- PRESS, W. H.; TEUKOLSKY, S. A.; VETTERLING, W. T.; FLANNERY, B. P. *Numerical Recipes in C: The art of Scientific Computing*. 2.ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1992. Disponível em: <<http://www.library.cornell.edu/nr/bookcpdf.html>>. Acesso em: 12 jan 2004.
- STERN M. K. *Network Implementation of an Intelligent Tutoring System. Master's Thesis*. Department of Computer Science, University of Massachusetts, Amherst, 1996. Disponível em: <<http://www-aml.cs.umass.edu/~stern/papers/synthesis.ps>>. Acesso em: 25 nov 2003.
- URBAN-LURAIN M. *Intelligent Tutoring Systems: An Historic Review in the Context of the Development of Artificial Intelligence and Educational Psychology*. 1996. Disponível em: <<http://www.cse.msu.edu/rgroups/cse101/ITS/its.htm>>. Acesso em: 24 nov 2003.
- VICCARI, R. M. Sistemas Tutores Inteligentes. In: ESCOLA DE INFORMÁTICA DA SBC REGIONAL SUL, VI, 1998, Blumenau. *Anais...* Blumenau: PUC-PR, 1998. p. 37-40.
- WENGER, E. *Artificial Intelligence and Tutoring Systems: Computational and Cognitive Approaches to the Communication of Knowledge*. Los Altos, CA: Morgan Kaufmann Publishers, Inc., 1987.
- What is the MBTI® - OKA: Otto Kroeger Associates. Disponível em: <<http://www.typetalk.com/about.htm>>. Acesso em: 28 nov 2001.
- WOOLF, B. *AI in Education*. Encyclopedia of Artificial Intelligence. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1992, p. 434-444.
- Working out your Myers Briggs Type. 1997. Disponível em: <<http://www.teamtechnology.co.uk/tt/t-articl/mb-simpl.htm>>. Acesso em: 29 ago 2001.

Anexo A

Questionário MBTI®

1. Quanto às características **social/privado**, você
 - prefere trabalhar em grupo.
 - prefere trabalhar sozinho.
2. Quanto às características **muito/pouco**, você
 - prefere trabalhar em vários projetos ao mesmo tempo.
 - prefere trabalhar em um projeto por vez.
3. Quanto às ações **agir/pensar**, você
 - age primeiro e então pensa sobre a ação. Fala mais do que ouve.
 - pensa primeiro e então age. Ouve mais do que fala.
4. Quanto às características **amplo/profundo**, você
 - expressa emoções e sentimentos livremente.
 - mantém emoções e sentimentos para si mesmo.
5. Quanto às ações **interagir/concentrar**, você
 - distrai-se com facilidade.
 - concentra-se com facilidade.
6. Quanto aos substantivos **fatos/possibilidades**, você
 - é específico e literal dando descrições detalhadas. Atém-se a fatos.
 - é genérico e figurativo usando metáforas e analogias. Atém-se ao todo.

7. Quanto às características **realista/idealista**, você
 - é realista e enxerga as coisas como elas são.
 - é criativo e enxerga as coisas como elas poderiam ser.
8. Quanto aos substantivos **presente/futuro**, você
 - vive o hoje, experienciando os prazeres do presente.
 - vive o amanhã, antecipando os prazeres do futuro.
9. Quanto às ações **usar/mudar**, você
 - aprecia padrões e técnicas convencionais para solucionar problemas.
 - sente-se entediado com técnicas. Prefere tentar novas e diferentes formas para solucionar problemas.
10. Quanto aos substantivos **experiência/novidade**, você
 - acredita na experiência atual.
 - acredita em sua intuição.
11. Quanto à tomada de decisão, você
 - usa a lógica. Toma decisões com a cabeça mesmo que alguém fique infeliz.
 - usa o bom-senso. Toma decisões com o coração visando atingir a máxima harmonia possível.
12. Quanto aos substantivos **princípios/valores**, você acha que
 - “Justiça” significa tratar todos da mesma maneira.
 - “Justiça” significa tratar todos analisando caso a caso.
13. Quanto às características **crítico/apreciativo**, você
 - gosta de enxergar a metade vazia do copo.
 - gosta de enxergar a metade cheia do copo.
14. Quanto às características **analisador/simpatizante**, você
 - questiona as descobertas dos outros pois eles podem estar errados.
 - concorda com as descobertas dos outros pois as pessoas devem ser ouvidas.

15. Quanto às características **observador/simpatizante**, você
- aparenta ser reservado e honesto.
 - aparenta ser amigável e diplomático.
16. Quanto às características **controle/espontâneo**, você
- prefere ter as coisas agendadas e decididas não querendo ser pego de surpresa.
 - prefere ter as opções abertas para não perder nada de novo que apareça.
17. Quanto às características **organizado/flexível**, você
- enxerga o tempo como um recurso finito.
 - enxerga o tempo como um recurso renovável.
18. Quanto às ações **finalizar/iniciar**, você
- prefere terminar tarefas. Sente-se melhor completando uma tarefa antes de descansar.
 - prefere iniciar tarefas. Encontra razões para parar o que está fazendo e mover-se para outra tarefa.
19. Quanto à maneira de se organizar, você
- gosta de checar listas do tipo “O que tenho para fazer?”.
 - ignora listas do tipo “O que tenho para fazer?”.
20. Quanto à maneira de se organizar, você
- prefere tomar decisões sobre o que fazer, aonde ir, o que dizer, etc.
 - prefere aprender e experienciar novas coisas sem ter que tomar decisões, deixando suas opções abertas.

Anexo B

Composição das Estratégias de Ensino do SócrateS

Tabela B.1: Relação de adequação das táticas de ensino implementadas no SócrateS a cada uma das oito preferências do indicador MBTI®.

Preferências do MBTI	Táticas de Ensino ^a							
	MOT	OBJ	TC	TR	LEIT	EXIND	EXINDAUX	EXGRUPO
Extroversão (E)								•
Introversão (I)						•	•	
Senso (S)	•							
Intuição (N)								
Razão (T)		•						
Emoção (F)								•
Julgamento (J)				•			•	
Percepção (P)			•		•			

^aAs táticas de ensino foram abreviadas da seguinte forma: MOT - Motivação e Aplicação; OBJ - Objetivos; TC - Teoria Completa; TR - Teoria Resumida; LEIT - Leituras Adicionais; EXIND - Exercício Individual; EXINDAUX - Exercício Individual com Auxílio do Tutor; EXGRUPO - Exercício em Grupo.

Tabela B.2: Composição das estratégias de ensino usadas no SócrateS para cada tipo MBTI®. O símbolo “●” indica que a tática de ensino correspondente pertence à estratégia e o símbolo “○” indica que, embora a tática correspondente seja indicada para compor a estratégia, existe outra mais adequada (que estará com o símbolo “●”). Por exemplo, o tipo INFP tem sua estratégia composta por: Teoria Completa, Leituras Adicionais e Exercícios em Grupo.

Tipos do MBTI	Táticas de Ensino ^b							
	MOT	OBJ	TC	TR	LEIT	EXIND	EXINDAUX	EXGRUPO
ESTJ	●	●		●			●	○
ESTP	●	●	●		●			●
ESFJ	●			●			○	●●
ESFP	●		●		●			●●
ENTJ		●		●			●	○
ENTP		●	●		●			●
ENFJ				●			○	●●
ENFP			●		●			●●
ISTJ	●	●		●		○	●●	
ISTP	●	●	●		●	●	○	
ISFJ	●			●		○	●●	○
ISFP	●		●		●	○	○	●
INTJ		●		●		○	●●	
INTP		●	●		●	●	○	
INFJ				●		○	●●	○
INFP			●		●	○	○	●

^bAs táticas de ensino foram abreviadas da seguinte forma: MOT - Motivação e Aplicação; OBJ - Objetivos; TC - Teoria Completa; TR - Teoria Resumida; LEIT - Leituras Adicionais; EXIND - Exercício Individual; EXINDAUX - Exercício Individual com Auxílio do Tutor; EXGRUPO - Exercício em Grupo.

Anexo C

Comportamento dos Alunos do Experimento usando o Sócrates

As tabelas a seguir mostram o comportamento dos alunos de ambas as turmas \mathcal{A} e \mathcal{B} segmentado por sessão. A análise deste comportamento foi feita da seguinte maneira:

- Se os acessos do aluno foram previsíveis, seu comportamento não requer alteração da estratégia para a sua próxima sessão (representado pelo símbolo “o”).

Acessos previsíveis podem ser:

- acessos somente a páginas que implementam táticas de ensino pertencentes à estratégia proposta para a sessão vigente;
- um maior número de acessos a páginas que implementam táticas de ensino pertencentes à estratégia proposta para a sessão vigente do que a páginas que implementam táticas não pertencentes à estratégia proposta.

- Se os acessos do aluno *não* foram previsíveis, seu comportamento requer alteração da estratégia para a sua próxima sessão (representado pelo símbolo “●”).

Acessos não previsíveis podem ser:

- acessos somente a páginas que não implementam táticas de ensino pertencentes à estratégia proposta para a sessão vigente;
- um maior número de acessos a páginas que não implementam táticas de ensino pertencentes à estratégia proposta para a sessão vigente do que a páginas que implementam táticas pertencentes à estratégia proposta.

Tabela C.1: Comportamento dos alunos da turma \mathcal{B} do experimento por sessão, onde “o” indica comportamento que não exige alteração da estratégia *dinâmica* adotada para a próxima sessão e “●” indica comportamento que exige alteração.

Alunos (turma \mathcal{B}) ¹	MBTI	Sessão									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Aluno 1	INFJ	o	●	●	o	●					
Aluno 2	ISTJ	o	o	o	o	o					
Aluno 3	ISFJ	o	o	●	●	o	o	o			
Aluno 4	INTP	o	o								
Aluno 5	ISTJ	●	o	o							
Aluno 6	ENTP	o	o	o	o	o	o				
Aluno 7	ISFJ	o	o	o	o	o	o				
Aluno 8	ESFJ	o	●	o	o	o	o	o	o		
Aluno 9	INFJ	o	o	●	●	o	o				
Aluno 10	ISTJ	o	●	●	●	o					
Aluno 11	ISTJ	●	●	●	o	o	o	o	o		
Aluno 12	ISFP	o	o	o	o	●					
Aluno 13	ISFJ	●	o	o	●						
Aluno 14	ISFJ	o	o	o	●	o	o				
Aluno 15	ISFJ	●	●	o	●	●					
Aluno 16	INFJ	o	●	o	o						
Aluno 17	ISFP	●	o	●	●	o	●	o	o	●	
Aluno 18	ESFJ	●	o	o	o	●					
Aluno 19	ISTJ	●	●	●	●	o	●	o	●	o	●
Aluno 20	ENFJ	o	●	●	o	●	●	o	o	o	●
Aluno 21	ESFP	o	o	o	●	o					
Aluno 22	ISTJ	o	●	o	o	o	o				
Aluno 23	INFP	o	o	o	●	●	o	o	o	o	
Aluno 24	ESFJ	●	●	●	o	o	o	●			
Aluno 25	ESFJ	o	o	●	o	o					

¹Os nomes dos alunos foram omitidos por questões éticas.

Tabela C.2: Comportamento dos alunos da turma \mathcal{A} do experimento por sessão, onde “o” indica comportamento que não exige alteração da estratégia *dinâmica* adotada para a próxima sessão e “●” indica comportamento que exige alteração.

Alunos (turma \mathcal{A}) ²	MBTI	Sessão									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Aluno 1	ISFJ	●	○	●	○	●					
Aluno 2	ISTJ	●	●	●	○						
Aluno 3	ISTJ	●	●	○							
Aluno 4	ISTJ	●									
Aluno 5	INFJ	●	●	●							
Aluno 6	ISFJ	●	○	●	●	●	●				
Aluno 7	ESFP	●	●	○	○	●					
Aluno 8	ISTJ	●	○	○	●	○					
Aluno 9	ISTJ	●	●	○	○	●	●	●			
Aluno 10	ISFJ	●	○	●							
Aluno 11	ENFJ	○	●	●	●	○	○				
Aluno 12	ISFJ	●	●	○	○	●	○				
Aluno 13	INTP	○	●	○	●	●	○				
Aluno 14	ISTJ	●	○								
Aluno 15	INFP	●	○	●	●	○					
Aluno 16	ISTJ	●	●	○							
Aluno 17	ENFP	○	●	○	○						
Aluno 18	ENFP	○	●	●							
Aluno 19	ISFJ	●	○	○							
Aluno 20	ISTJ	●	○	●							
Aluno 21	ISTP	○	○	○							
Aluno 22	ENFJ	○	○	●	●	●	●	○			

²Os nomes dos alunos foram omitidos por questões éticas.

Tabela C.3: Comportamento dos alunos da turma \mathcal{A} do experimento por sessão, onde “o” indica comportamento que não exige alteração da estratégia *estática* adotada para a próxima sessão e “•” indica comportamento que exige alteração.

Alunos (turma \mathcal{A}) ³	MBTI	Sessão									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Aluno 1	ISFJ	•	•	•	o	•					
Aluno 2	ISTJ	•	•	•	•						
Aluno 3	ISTJ	•	•	•							
Aluno 4	ISTJ	•									
Aluno 5	INFJ	•	•	•							
Aluno 6	ISFJ	•	•	•	•	o	•				
Aluno 7	ESFP	•	•	•	o	•					
Aluno 8	ISTJ	•	•	•	•	•					
Aluno 9	ISTJ	•	•	o	o	•	•	•			
Aluno 10	ISFJ	•	•	•							
Aluno 11	ENFJ	o	•	•	•	•	•				
Aluno 12	ISFJ	•	•	o	o	•	•				
Aluno 13	INTP	o	•	•	•	•	•				
Aluno 14	ISTJ	•	•								
Aluno 15	INFP	•	•	•	•	•					
Aluno 16	ISTJ	•	•	•							
Aluno 17	ENFP	o	•	•	•						
Aluno 18	ENFP	o	•	o							
Aluno 19	ISFJ	•	•	•							
Aluno 20	ISTJ	•	•	•							
Aluno 21	ISTP	o	o	o							
Aluno 22	ENFJ	o	o	•	•	•	•	o			

³Os nomes dos alunos foram omitidos por questões éticas.

Anexo D

Questionário de Avaliação de Satisfação

A seguir é apresentado o questionário de avaliação de satisfação fornecido aos alunos da turma B de MC-102 do curso de Engenharia Elétrica da UNICAMP que utilizaram o SócrateS. Este mesmo questionário foi fornecido à turma A, excluindo-se a questão 1 (devido ao fato desta turma não ter recebido o roteiro de estudo proposto pelo SócrateS).

Ferramenta de Ensino SócrateS
Questionário de Avaliação de Satisfação
MC-102 - Turma B

Nome: _____

Data de entrega: 28/10/2003

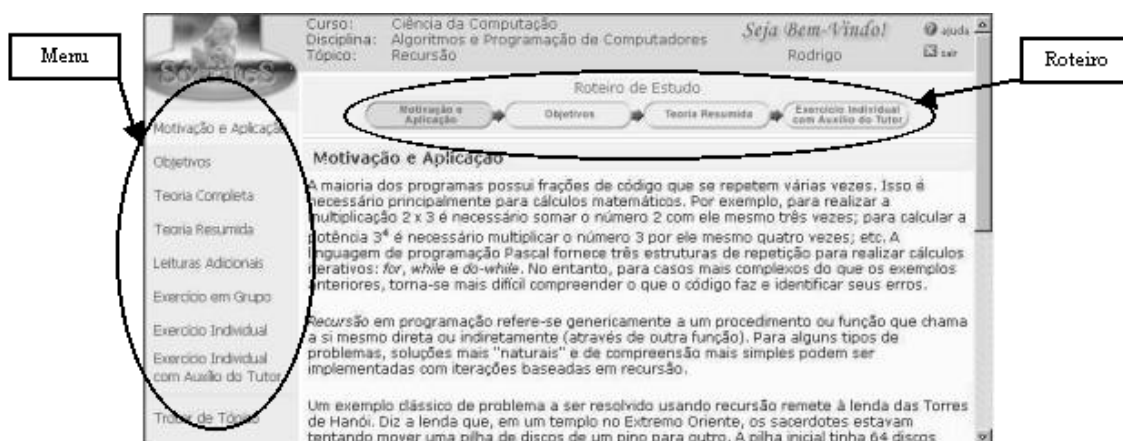
Caro aluno,

Sinta-se à vontade para responder este questionário e comentar sua experiência com a ferramenta de ensino SócrateS. Lembre-se que *ela é que está sendo avaliada, e não você*.

Muito Obrigado!

Questão 1

No início do curso, a ferramenta de ensino SócrateS sugeriu um roteiro de estudo para você seguir. No entanto, você não seguiu sempre o roteiro, optando algumas vezes por escolher como desejaria visualizar teoria e exercícios, usando para isso o menu no canto esquerdo da tela.



Exemplo de uma tela do SócratesS (não corresponde diretamente a tela que você recebeu)

Indique o grau de importância que você considera que cada um dos motivos abaixo teve para que você usasse o *menu*.

Motivos	Indiferente (0 - 24)	Pouca (25 - 49)	Muita (50 - 74)	Essencial (75 - 100)
Curiosidade.				
Costume de iniciar a navegação de uma página da Internet pelo menu do canto esquerdo.				
Insatisfação com o roteiro que me foi sugerido.				
Não percebi a existência do roteiro.				

Indique o grau de importância que você considera que cada um dos motivos abaixo teve para que você usasse o *roteiro*.

Motivos	Indiferente (0 - 24)	Pouca (25 - 49)	Muita (50 - 74)	Essencial (75 - 100)
Curiosidade.				
Sensação de melhor opção por estar sendo guiado.				
Insatisfação com o menu.				
Não percebi a existência do menu.				

Questão 2

Marque a opção que você considera mais aplicável a você:

<p>Percebi que a ferramenta possibilitava a realização de exercícios e visualização de teoria de várias maneiras.</p> <p>Acho que o uso destes recursos (teoria completa, teoria resumida, exercícios individuais, exercícios em grupo, etc.) em ferramentas de ensino é:</p>	<p>Não percebi que a ferramenta possibilitava a realização de exercícios e visualização de teoria de várias maneiras.</p> <p>Acho que não percebi porque:</p>
<p>() Importante.</p> <p>() Sem importância.</p> <p>() Prejudicial.</p>	<p>() Usei pouco ela.</p> <p>() Ela é confusa ou difícil de usar.</p> <p>() Outro motivo.</p>

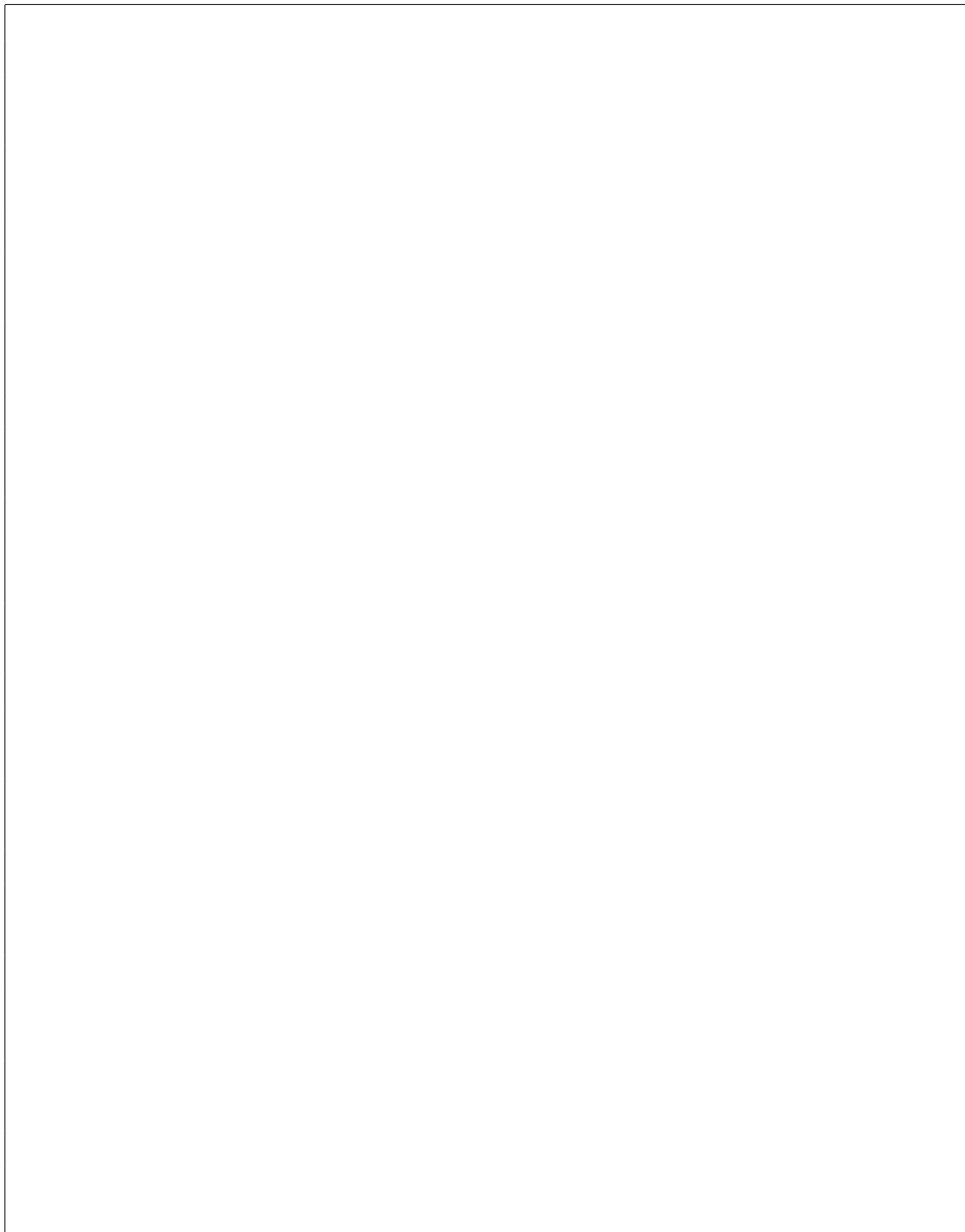
Questão 3

Marque os itens a seguir, completando as frases de acordo com a impressão que você teve do sistema. Se quiser, para maior precisão na escolha do item, você pode atribuir uma nota seguindo as faixas de variação dadas abaixo dos itens (Ex.: Razoável varia de 40 a 59. Você poderia escrever 50).

	Péssimo(a) (0 - 19)	Ruim (20 - 39)	Razoável (40 - 59)	Bom(a) (60 - 79)	Excelente (80 - 100)
A <i>facilidade de aprender</i> como usar este sistema é...					
A <i>facilidade para lembrar</i> como usar este sistema é...					
A <i>velocidade</i> para realizar as tarefas neste sistema é...					
A <i>utilidade</i> deste sistema como complemento nas disciplinas é...					
A capacidade deste sistema de <i>evitar que eu cometa algum erro</i> é...					
De um modo geral, <i>a nota que eu daria</i> para este sistema é...					

Questão 4

Fique a vontade para fazer quaisquer comentários sobre a ferramenta de ensino (opcional):

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the respondent to provide optional comments on the teaching tool.