



# **SISTEMA HÍBRIDO MULTIMÍDIA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA BASEADO EM COMPUTAÇÃO INTELIGENTE PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM DA LÍNGUA INGLESA**

**Trabalho de Conclusão de Curso**

**Engenharia da Computação**

**Autor: Rodrigo Euclides Carneiro**

**Orientador: Prof. Fernando Buarque de Lima Neto, PhD**



**UNIVERSIDADE  
DE PERNAMBUCO**

**Universidade de Pernambuco  
Escola Politécnica de Pernambuco  
Graduação em Engenharia de Computação**

**RODRIGO EUCLIDES CARNEIRO**

**SISTEMA HÍBRIDO MULTIMÍDIA DE  
EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA BASEADO  
EM COMPUTAÇÃO INTELIGENTE  
PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM DA  
LÍNGUA INGLESA**

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do diploma de Bacharel em Engenharia de Computação pela Escola Politécnica de Pernambuco – Universidade de Pernambuco.

Recife, Junho de 2011.

**De acordo**

**Recife**

\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

---

**Orientador da Monografia**

*A meus pais, Isaque e Hortência, maiores incentivadores de meus estudos.*

# Agradecimentos

A Deus, pela saúde e determinação para concluir o bacharelado em engenharia de computação.

À minha família, em especial aos meu pais, Hortência e Isaque Carneiro, pelo apoio incondicional aos meus estudos e incentivo para a conclusão desta etapa em minha vida.

A Rosana Machado, pelo carinho, paciência e apoio durante minha graduação.

Aos professores do eComp-UPE, por todo o conhecimento transferido.

Agradeço ao meu orientador, Professor PhD. Fernando Buarque, pelos ensinamentos e por despertar meu interesse por inteligência artificial. Agradeço também aos Professores Dr. Mêuser Valença e Dr. Carmelo Bastos por contribuírem com minha formação na área de computação inteligente, o que foi fundamental para escolha do tema deste trabalho.

À empresa Mídias Educativas e todos os seus integrantes, pelo interesse e apoio recebido durante a realização deste projeto. Em especial, Laís Xavier, Leonardo Jordão, Leonardo Menezes e Ricardo Teixeira.

A Caio Neves, Ítalo Araújo e Rubens Carneiro pela ajuda no conteúdo de inglês e arte usadas nesse projeto.

Aos amigos, sempre presentes, Heron, Bruno, Beto, Kenelly, Arlington, Edgar, Andréa, Michele e Nathalia pelo companheirismo durante toda a graduação. Agradeço especialmente a Trovo, Débora, Afif, Luma, David Alain, Leandro e Fellipe pela compreensão e ajuda nas disciplinas que estou cursando durante este TCC.

E a todos que de alguma forma contribuíram para a conclusão deste trabalho e não foram citados.

*"Diga-me e eu esquecerei.  
Mostre-me e eu posso recordar.  
Envolva-me e eu compreenderei".*

*Provérbio Chinês*

# Resumo

Sistemas tutores inteligentes têm sido cada vez mais utilizados em cursos e treinamentos. Representam um avanço em relação aos sistemas de tutoria tradicionais, pois proporcionam uma instrução personalizada, superando assim alguns dos problemas mais críticos dos atuais softwares educativos. O sistema multimídia proposto visa auxiliar no processo ensino-aprendizagem da língua inglesa, tornando o treinamento mais agradável devido ao acompanhamento do desempenho do aprendiz e à utilização de recursos áudio visuais motivadores. Desta forma, deseja-se ampliar a absorção do conteúdo por parte do aluno, conseqüentemente aumentando a eficácia de seu aprendizado. Este trabalho propõe uma implementação híbrida de sistema tutor inteligente que utiliza lógica difusa para a otimização da modelagem do perfil do aprendiz em relação a abordagem clássica, resultando em uma melhor adaptação do conteúdo ao ritmo do aluno.

**Palavras-chaves:** Sistemas Tutores Inteligentes, Lógica Difusa e Modelagem de Usuário e Ensino de Inglês

# Abstract

Intelligent Tutoring Systems (ITS) have been widely applied in courses and trainings. By providing a customizable instruction the ITS represents an improvement in traditional tutoring systems, overcoming thus some of the most critical issues from modern educational softwares. The suggested multimedia system intends to support on the teaching-learning process of english language, providing a more enjoyable training due to the performance's monitoring of the apprentice and the application of motivational audio-visual resources. Thus this approach proposes to expand the absorption of content by the student, thereby increasing the effectiveness of their learning. This paper proposes a hybrid implementation of an intelligent tutoring system using fuzzy logic to optimize the profile modeling of the apprentice in comparison to the classical approach, resulting in a better adaptation of content to the rhythm of the student.

**Keywords:** Inteligent Tutoring Systems, Fuzzy Logic, User Modeling, English teaching



# Sumário

Resumo .....	vii
Abstract.....	viii
Índice de Figuras.....	xi
Índice de Tabelas .....	xiii
Tabela de Símbolos e Siglas .....	xiv
<b>Capítulo 1 Introdução .....</b>	<b>15</b>
1.1 Motivação .....	15
1.2 Objetivos .....	16
1.3 Metodologia.....	17
1.4 Estrutura do trabalho.....	17
<b>Capítulo 2 Fundamentação Teórica .....</b>	<b>19</b>
2.1 Sistemas Tutores Inteligentes .....	19
2.1.1 <i>O que são STI?</i> .....	20
2.1.2 <i>Principais Características dos STI</i> .....	21
2.1.3 <i>Arquiteturas de STI</i> .....	22
2.2 Lógica Difusa .....	25
<b>Capítulo 3 Modelo Proposto e Ferramenta .....</b>	<b>29</b>
3.1 Modelo Proposto .....	29
3.1.1 <i>Aplicação da lógica difusa</i> .....	31
3.2 Ferramenta desenvolvida para testar o conceito .....	35
<b>Capítulo 4 Experimentos e Resultados .....</b>	<b>45</b>
4.1 Descrição dos experimentos .....	45
4.1.1 <i>Primeiro experimento – Estudo da Eficácia</i> .....	46
4.1.2 <i>Segundo experimento – Estudo da Eficiência</i> .....	48
4.2 Resultados.....	50
4.2.1 <i>Estudo da Eficácia</i> .....	50
4.2.2 <i>Estudo da eficiência</i> .....	52
<b>Capítulo 5 Conclusão e Trabalhos Futuros.....</b>	<b>54</b>
5.1 Contribuições.....	55

5.2	Discussão .....	55
5.3	Trabalhos Futuros .....	56
	<b>Bibliografia .....</b>	<b>57</b>
	<b>Apêndice A – Descrições dos Caso de Uso .....</b>	<b>61</b>
	RF-01 Fazer Matrícula.....	61
	RF-02 Logar.....	62
	RF-03 Assistir Aulas.....	63
	RF-04 Fazer exercício.....	64
	RF-05 Jogar .....	66
	RF-06 Responder Questionário .....	67
	<b>Apêndice B - Diagrama de Classe Conceitual .....</b>	<b>68</b>
	<b>Apêndice C - Diagrama de Sequência .....</b>	<b>72</b>

# Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b>	Visão compartimentalizada da história do STI	20
<b>Figura 2.</b>	Domínio dos STI	21
<b>Figura 3.</b>	Arquitetura clássica dos Sistemas Tutores Inteligentes (MCTAGGART, 2001)	22
<b>Figura 4.</b>	a) Função característica do conjunto “crisp” adolescente. b) Função trapezoidal característica do conjunto nebuloso adolescente.	26
<b>Figura 5.</b>	Arquitetura genérica de um sistema difuso (BOENTE, 2009)	27
<b>Figura 6.</b>	Mapeamento de Variável de Entrada em Graus de Pertinência.	27
<b>Figura 7.</b>	Defuzzificação utilizando o cálculo do Centro de Massa do polígono a partir dos graus de pertinência de saída.	28
<b>Figura 8.</b>	Módulos do sistema	30
<b>Figura 9.</b>	Escolha de conteúdo baseada em idade.	31
<b>Figura 10.</b>	Avaliação do usuário baseada em respostas, tempo e dificuldade.	31
<b>Figura 11.</b>	Conjuntos de pertinência “Jovem” e “Adulto”	32
<b>Figura 12.</b>	Roleta de probabilidade	33
<b>Figura 13.</b>	Conjuntos Difusos utilizados	34
<b>Figura 14.</b>	Inferências dos conjuntos difusos	34
<b>Figura 15.</b>	Diagrama de Caso de uso da ferramenta STIM	35
<b>Figura 16.</b>	Arquitetura Cliente – Servidor da ferramenta STIM	36
<b>Figura 17.</b>	Arquitetura MVC utilizada no projeto STIM	37
<b>Figura 18.</b>	Modelo E-R do banco de dados	39
<b>Figura 19.</b>	Esboço da tela de exibição de conteúdo.	40
<b>Figura 20.</b>	Esboço da tela de um exercício de fixação.	40

<b>Figura 21.</b>	Esboço da tela de questionário aplicado pelo sistema híbrido.	41
<b>Figura 22.</b>	Esboço da tela de revisão utilizando vídeo.	41
<b>Figura 23.</b>	Interface com o usuário. Tela Principal do STIM	42
<b>Figura 24.</b>	Interface com o usuário. Telas de exercício.	43
<b>Figura 25.</b>	Fluxograma da aplicação para um dado par curso-aluno.	44
<b>Figura 26.</b>	Processo aplicado na elaboração dos experimentos	45
<b>Figura 27.</b>	Fluxo A (sistema linear) e Fluxo B (sistema adaptativo)	47
<b>Figura 28.</b>	Médias dos grupos	50
<b>Figura 29.</b>	Médias das quantidades de usuários que não obtiveram nota 7.	52

# Índice de Tabelas

<b>Tabela 1.</b> Teorias Pedagógicas e o Processo Ensino-Aprendizagem, adaptado de (MIZUKAMI, 1986).....	23
<b>Tabela 2.</b> Notas dos aprendizes na avaliação.....	50
<b>Tabela 3.</b> Teste T pareado do experimento de eficácia .....	51
<b>Tabela 4.</b> Teste T pareado do experimento de eficiência.....	53

# Tabela de Símbolos e Siglas

AMF – *Action Script Format*

AS3 – *Action Script 3.0*

CAI – instrução assistida por computador

CBLD – Controladores Baseados em Lógica Difusa

CIRG – *Computational Intelligence Research Group*

Ecomp – Engenharia da Computação

EAD – Ensino a distância

ER – Entidade-Relacionamento

IA – Inteligência Artificial

ICAI - instrução inteligentes assistida por computador

ITS - *Intelligent Tutoring Systems*

LD – Lógica Difusa

MVC – *Model-view-controller*

STIM – Sistema Tutor Inteligente Multimídia

STI – Sistema tutor inteligente

UPE – Universidade de Pernambuco

VO – *Value Object*

# Capítulo 1 Introdução

Neste capítulo estão descritas a motivação para o trabalho juntamente com os seus objetivos, metodologia utilizada em sua elaboração e por fim sua estrutura.

## 1.1 Motivação

O fenômeno da globalização, processo de aprofundamento da integração econômica, social, cultural e política no mundo, veio com a necessidade de estabelecer uma comunicação eficiente entre as pessoas. A crescente internacionalização dos mercados levou as nações a adotarem o Inglês como o idioma oficial do mundo dos negócios. Considerando a importância econômica crescente do Brasil, sendo um país em franco desenvolvimento, dominar o Inglês se tornou sinônimo de sobrevivência e integração global.

Com o advento da informática e da internet, o alcance da língua inglesa cresce a cada dia. O inglês tornou-se um idioma internacional, a língua franca do mundo, estando muito presente nas viagens, negócios, estudos e tornando possível a comunicação efetiva sem fronteiras. Inglês é a língua da globalização.

A grande extensão do conteúdo da ementa escolar de uma disciplina de língua inglesa impede o aprofundamento nos assuntos mais específicos como este problema acontece em praticamente todas as disciplinas, o que representa uma enorme perda ao aprendiz (BRANSFORD, 2003). A carga horária atribuída é insuficiente tanto no ensino fundamental quanto no ensino médio, o que junto com recursos escassos e salas de aulas superlotadas não contribuem com o processo de ensino-aprendizagem (CARMEM; CARLOS, 1961)(LEAL, 2003).

Apoiado em estudos na área de psicologia cognitiva sobre processo da informação e memória humana, o uso de diversos formatos de informação (imagens, vídeos, sons, animações, textos e entre outros) tem importante papel no processo de aprendizagem e no desenho de aplicações multimídia (CHRISTINA; NASCIMENTO, 2005).

Os inúmeros recursos multimídia, oferecidos pelos computadores, alavancaram suas vendas o que deixou o Brasil em quinto lugar no mercado mundial

de PCs, perdendo em vendas apenas para Estados Unidos, China, Japão e Inglaterra (SILVA; DIAS, 2008). Esta popularização favoreceu também o aumento da quantidade de pessoas que já estão estudando ou sendo treinadas pela internet.

O uso de técnicas de inteligência artificial possibilita a construção de aplicativos com características adaptativas e, por sua vez, a hibridização correta de tais técnicas pode incrementar o desempenho dos sistemas inteligentes (PUGLIESI; REZENDE, 1999), contribuindo, por exemplo, na diminuição do tempo de treinamento ou aumento da acurácia das respostas do sistema, o que permite a criação de programas mais robustos (RUSSELL; NORVIG, 2003).

Diante desse contexto e com a impossibilidade da adoção de uma metodologia em que cada professor teria apenas um aprendiz, a utilização de um sistema multimídia baseado em computação inteligente com características de uma instrução personalizada disponível na internet seria extremamente indicada para preencher essa lacuna na formação dos futuros profissionais. Sendo este o principal resultado esperado deste trabalho.

## 1.2 Objetivos

O trabalho proposto possui como objetivo principal contribuir com a capacitação dos aprendizes na língua inglesa, atualmente, já imprescindível no mundo globalizado em que vivemos e principalmente para profissionais da área tecnológica. Para a consecução de tal objetivo será utilizado um sistema baseado em técnicas de computação inteligente que permitirá extrair características do aprendiz as quais possibilitarão a adaptação do conteúdo de forma personalizada. Com isso, poderemos definir o conteúdo a ser apresentado ao aprendiz tornando o processo de ensino-aprendizagem mais agradável, correto e efetivo.

Como objetivo específico destaca-se: incluir lógica difusa (*fuzzy*), para tentar melhorar a modelagem do perfil do usuário, pois além do desempenho nos questionários e atividades, o tempo e a dificuldade das perguntas também influenciarão no resultado e conseqüentemente na qualidade do gerenciamento do conteúdo multimídia. Com isso, auxiliando na capacitação já prevista no objetivo principal.



## 1.3 Metodologia

Inicialmente, é necessário estudar as arquiteturas e o funcionamento dos sistemas tutores e modelagem do usuário (aprendiz). A partir daí, é necessário definir como a lógica difusa pode contribuir nos resultados de um sistema híbrido. Ao final, é lançado um experimento para analisar e validar o desempenho obtido pela implementação computacional das idéias aqui investigadas. Assim, as principais atividades a serem realizadas podem ser enumeradas como se segue:

1. Revisão bibliográfica: coleta de artigos científicos bem como o estudo de certos conceitos da área de computação inteligente para a contextualização do problema.
2. Estudo rápido do processo de criação de material didático e escolha dos tópicos que serão abordados na ementa.
3. Produção de pequeno conteúdo multimídia na língua inglesa que será gerenciado pelo sistema inteligente desenvolvido.
4. Desenvolvimento da aplicação: Ambiente multimídia com capacidade de treinamento personalizado.
5. Análise dos resultados: análises dos resultados extraídos durante a implementação dos algoritmos.

## 1.4 Estrutura do trabalho

Esta monografia está organizada como especificado a seguir. Todo o referencial teórico é apresentado antes que a contribuição seja fundamentada e detalhadamente descrita. Finalmente, seguem-se simulações realizadas e o trabalho é finalizado com as conclusões e as perspectivas para trabalhos futuros.

**Capítulo 1:** Contém esta introdução que apresenta o contexto no qual o trabalho está inserido, apresenta sua motivação, o problema e os resultados esperados.

**Capítulo 2:** Constitui-se da fundamentação teórica essencial para se compreender o trabalho proposto. Entre os subtópicos abordados estão os sistemas tutores inteligentes e a lógica difusa.

**Capítulo 3:** Nesse capítulo, abordaremos como é realizada a aplicação da lógica difusa na modelagem do perfil do aluno de um sistema tutor inteligente (STI). Sendo assim, explica-se a arquitetura proposta e como se dá a construção da ferramenta.

**Capítulo 4:** Descreve e apresenta as simulações para a modelagem propostas no Capítulo 3.

**Capítulo 5:** Este capítulo resume o trabalho, reúne dificuldades encontradas, discussões geradas e as conclusões obtidas, além de indicações de pontos de melhorias e trabalhos futuros.

# Capítulo 2 Fundamentação Teórica

Neste capítulo abordamos todo o conteúdo teórico necessário para solucionar o problema descrito na introdução. A seção 2.1 mostra como funcionam os Sistemas Tutores Inteligentes (STI), uma técnica de Inteligência Artificial (IA) usada em aplicações pedagógicas. Em sequência, a seção 2.2 discorre sobre a lógica difusa (*fuzzy*), uma extensão da lógica booleana que permite valores intermediários entre 0 e 1.

## 2.1 Sistemas Tutores Inteligentes

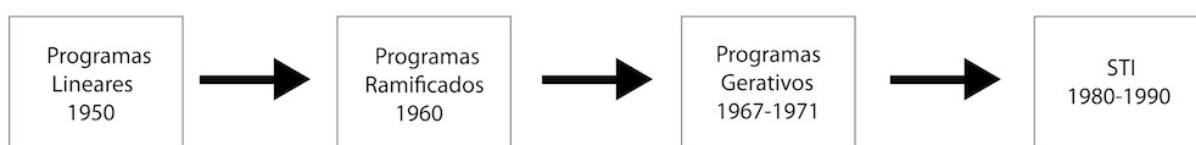
A idéia de criar sistemas capazes de treinar pessoas data do final dos anos 50 e início dos anos 60 junto com o aparecimento das pesquisas na área de Inteligência Artificial (IA) - impulsionada por Alan Turing, Marvin Minsky, John McCarthy e Allen Newell - as quais tentavam mostrar que máquinas poderiam pensar.

Os primeiros sistemas criados com este foco, chamados de sistemas de instrução assistida por computador (CAI), foram influenciados pelas teorias psicológicas comportamentalistas de Skinner (SKINNER, 1958). Essas teorias caracterizavam-se por uma interação um-para-um e por uma linearidade do curso, por possuir sua estratégia pedagógica e domínio de conhecimento fixos (Silva.A, 2000), o que automatizava a função ensino, mas que impossibilitava uma adaptação ao aluno (Giraffa.L, 1999). Nos anos 60 e 70, foram propostos vários CAI melhor elaborados por possuírem técnicas de geração de conteúdo (UHR, 1969), e até alguns com conceitos adaptativos (SUPPES, 1967).

No final da década de 70 e princípio de 80, teorias comportamentalistas foram postas em discussão com o avanço da psicologia cognitiva e novas teorias da aprendizagem em conjunto com o construtivismo de Piaget. Enquanto a pesquisa em IA seguia as idéias de processamento de informação simbólica proposta por Chomsky, junto com Newell e outros (GREENO et al., 1996).

Durante este período, deu-se o surgimento dos sistemas inteligentes de instrução assistida por computador (ICAI) ou Sistemas tutores inteligentes (STI)

(SLEEMAN; BROWN, J. S., 1985; WENGER, 1987), que utilizavam IA e eram influenciados pela psicologia cognitiva (GREENO et al., 1996). Nestes sistemas existam a tentativa de resolver o problema dos antigos CAI por meio de uma interface adaptativa personalizada para guiar o processo de ensino-aprendizagem (Giraffa.L, 1999; RODRIGUES, 2007). A figura 1 mostra o desenvolvimento dos sistemas utilizados para treinamento em computador desde os lineares até os tutores inteligentes.



**Figura 1.** Visão compartimentalizada da história do STI

### 2.1.1 O que são STI?

Os STI possuem várias definições, entre elas:

“Os Sistemas Tutores Inteligentes são sistemas instrucionais baseados em computador com modelos de conteúdo instrucional que especificam ‘o que’ ensinar, e as estratégias de ensino que especificam ‘como’ ensinar” (WENGER, 1987).

Segundo Viccari (VICCARI, 1990), os STI são programas que modificam suas bases de conhecimento, percebem as intervenções do aluno e são dotados da capacidade de aprender e adaptar suas estratégias de ensino junto ao aluno mediante a interação. No processo pedagógico mediado por um tutor inteligente o aluno aprende fazendo.

“Os STI são programas de computador com propósitos educacionais e que incorporam técnicas de Inteligência Artificial. Oferecem vantagens sobre os CAIs (Instrução Assistida por computador), pois podem simular o processo do pensamento humano para auxiliar na resolução de problemas ou em tomadas de decisões” (FOWLER, 1991).

“Sistema Tutor Inteligente, é um termo amplo, abrangendo qualquer programa de computador que contem alguma inteligência e pode ser usado em aprendizagem” (FREEDMAN, 2000).

“Sistemas Tutores Inteligentes são sistemas voltados ao ensino que buscam modelar aspectos envolvidos na tutoria humana. São referenciados na literatura como sistemas que sabem o que ensinar (conteúdo), para quem ensinar (modelagem do aluno) e como ensinar (estratégias pedagógicas ou de ensino).” (Silva.A, 2000).

“Os STI são programas de software que dão suporte às atividades da aprendizagem” (GAMBOA; FRED, 2002).

### 2.1.2 Principais Características dos STI

Como evidenciado nas definições anteriores, a inteligência artificial se mostra a característica mais marcante dos STI além da multidisciplinaridade, como mostra a figura 2. A inteligência dos tutores está representada na capacidade de adaptar o curso ao aprendiz, levando em consideração o contexto (IFPB, 2010), no caso seu conhecimento (modelo aluno), a estratégia de aprendizagem (modelo pedagógico) e o conhecimento do especialista (modelo do domínio) .



**Figura 2.** Domínio dos STI

A interface com o usuário (módulo interface) também é uma forte característica dos STI pois permitem ao aprendiz o acesso direto ao conteúdo selecionado. Por ser seminal no uso do sistema, o módulo interface recebe grande

atenção dos pesquisadores e sua melhora representa um ganho significativo (OREY; NELSON, 1993).

Segundo (Silva.A, 2000), um STI é considerado realmente inteligente quando além de proporcionar um processo de ensino-aprendizado personalizado e efetivo ele tem a habilidade de identificar necessidades, desejos e características do aprendiz.

### 2.1.3 Arquiteturas de STI

A arquitetura Clássica dos STI, representada na figura 3, possui 4 importantes partes, são elas: Modelo do Aluno, Modelo Tutor, Modelo Domínio e Modelo Interface.

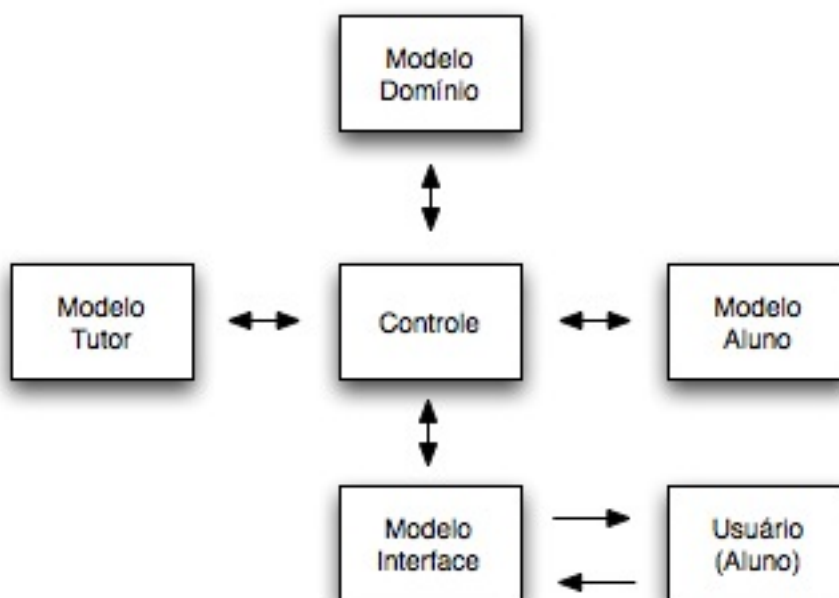


Figura 3. Arquitetura clássica dos STI (MCTAGGART, 2001)

**Modelo do Aluno:** Componente responsável por representar o conhecimento do usuário do sistema. A cada utilização o aprendiz é avaliado e sua modelagem é modificada, tornando seu perfil único. Essas informações são necessárias para que o STI possa decidir o que fazer em cada situação. Apesar do volume de pesquisas já realizadas o modelo do Aluno ainda é a parte mais frágil dos STI, pois para a construção de um modelo ideal seria necessário total compreensão dos processos

que ocorrem na mente dos aprendizes durante a interação com o tutor e refazê-lo artificialmente (Giraffa.L, 1999).

**Modelo Tutor:** Responsável pela escolha das táticas e estratégias pedagógicas que serão aplicadas para o treinamento conforme os dados obtidos a partir do estado atual da modelagem do perfil do aprendiz. Diversos métodos existem como estratégias de tutoria que podem ser utilizados em STIs (Giraffa.L, 1999), entre eles:

- **Método Socrático:** Baseado em perguntas e respostas. O aprendiz aprende com *feedbacks* do tutor.
- **Método Colaborativo:** O sistema constrói conhecimento juntamente com o aluno.
- **Método de treinamento:** Treinamentos através de jogos e simulações, com o intuito de exemplificar e adquirir prática.

Segundo Mizukami, as teorias pedagógicas podem ser classificadas utilizando características do processo ensino-aprendizagem, como sintetizado na Tabela 1, (MIZUKAMI, 1986) .

**Tabela 1.** Teorias Pedagógicas e o Processo Ensino-Aprendizagem, adaptado de (MIZUKAMI, 1986).

<b>Abordagem</b>	<b>Características do processo ensino-aprendizagem</b>
<p><b>Tradicional</b></p> <p>Snyders, G. (1974)</p> <p>Saviani, D. (1980)</p>	<p>Ênfase dado às situações de sala de aula, onde os alunos são "instruídos" e "ensinados" pelo professor; educação subordinada à instrução; conteúdos e informações têm de ser adquiridos e os modelos imitados; processo centrado no professor.</p>
<p><b>Comportamentalista</b></p> <p>Skinner, B. F. (1974)</p>	<p>Arranjo e planejamento de contingência de reforço aplicadas ao aluno; foco nas mudanças comportamentais úteis e adequadas; uso de condicionantes e reforços arbitrários para uma aprendizagem eficaz.</p>

<p><b>Humanista</b></p> <p>Rogers, C. (1972)</p> <p>Neill, A. L. (1963)</p>	<p>Professor como facilitador da aprendizagem; método não-diretivo: conjunto de técnicas que implementa a atitude básica de confiança e respeito pelo aluno.</p>
<p><b>Cognitivista</b></p> <p>Piaget, J. (1970)</p> <p>Ausubel, et al (1980)</p>	<p>Construtivismo baseado em interações do suíço Jean Piaget; aprendizagem implica assimilar o objeto em esquemas mentais; aprendizagem significativa: construção de novo conhecimento a partir de um conhecimento anterior; a aprendizagem só se realiza realmente quando o aluno elabora o seu conhecimento.</p>
<p><b>Sócio-cultural</b></p> <p>Freire, P. (1975)</p>	<p>Pedagogia construída com o aluno e não para ele; educação problematizadora ou consciencializada com o objetivo de desenvolver a consciência crítica e a liberdade.</p>

**Modelo Domínio:** É o módulo especialista do tutor, responsável por gerenciar todo material instrucional que será apresentado ao aprendiz. Neste módulo, o conhecimento pode ser modelado usando além da representação hierárquica por redes semânticas, frames, scripts, regras de produção, entre outros. “MD é um banco de dados organizado em conhecimentos declarativos e procedurais num domínio específico” (MCTAGGART, 2001).

**Modelo Interface:** Representa o mecanismo de interação entre o STI e o aprendiz. Possui um papel vital para o sistema por ser o único ponto de acesso ao conteúdo e por isso, preocupação com conceitos como usabilidade e interatividade se tornam indispensáveis. Novas interfaces que incorporam conceitos multimídia (WOOLF, 1996) representam a este modelo um ganho muito grande na área de Interação Homem-Máquina (IHM) (NIELSEN, 1993)

O alto custo de desenvolvimento de STIs devido, principalmente, a multidisciplinaridade envolvida e a uma grande quantidade de conteúdo dos cursos,



ainda são obstáculos para sua ampla utilização. Atualmente os STIs são mais comumente aplicados em ambientes acadêmicos e em treinamentos em que o aprendiz, bem treinado pela ferramenta, represente um retorno financeiro significativo (RODRIGUES, 2007).

## 2.2 Lógica Difusa

A lógica difusa (LD) é a lógica baseada na teoria dos conjuntos nebulosos (conjunto *fuzzy*), formalizada pelo Prof. Lotfi Zadeh (ZADEH, 1965) em 1965 com o objetivo de manipular a incerteza da informação. Ela utiliza regras montadas com variáveis linguísticas, o que torna mais intuitiva e realística a modelagem do sistema (ZADEH, 1996) (PEDRYCZ, 1993).

O uso da LD é bastante abrangente (SANDRI, 1999) e vem sendo empregado principalmente em sistemas que servem-se de informações fornecidas por humanos. Seu uso tende a crescer principalmente em sistemas híbridos, que incorporam abordagens conexionistas e evolutivas, no que é referenciado hoje como "soft computing".

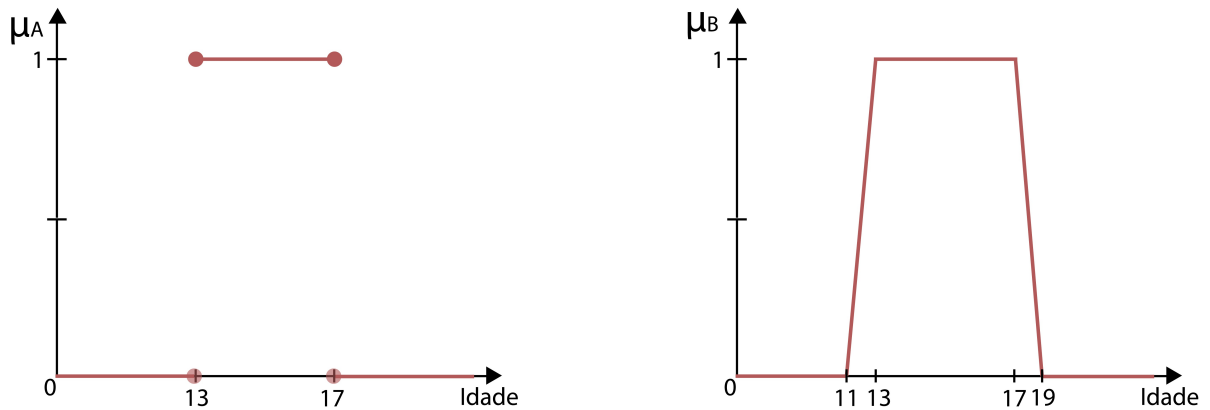
Diferente da lógica booleana, que representa apenas com 0 e 1 seus resultados, a LD trabalha também com os valores intermediários expressos linguisticamente (ANTONIO et al., 1994).

Segundo Zadeh (ZADEH, 1965), o fator de pertinência de um elemento varia entre 0 e 1 e representa o quanto este elemento pertence a um determinado conjunto, sendo 1 quando ele pertence completamente e 0 quando não pertence ao conjunto. Qualquer valor intermediário indica pertinência parcialmente compatível com o conjunto.

Um conjunto X da teoria dos conjuntos clássica pode ser entendido como um conjunto difuso específico, denominado usualmente de "crisp", para o qual  $\mu_A : U \rightarrow \{0,1\}$ , ou seja, a pertinência é do tipo "tudo ou nada", "sim ou não", e não gradual como para os conjuntos *fuzzy* (SANDRI, 1999).

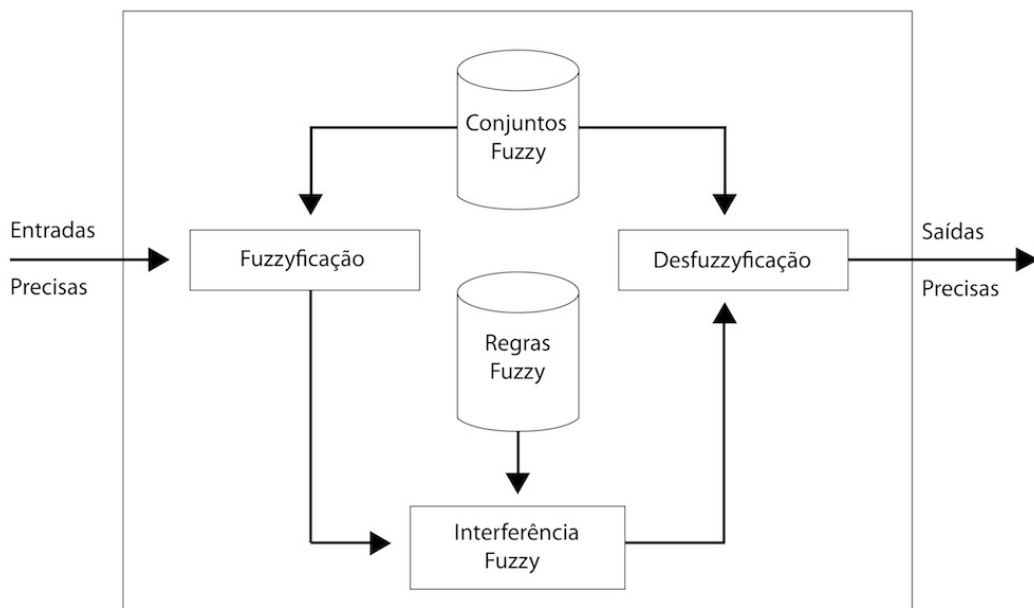
Nas figuras 4a e 4b está representado o conceito "adolescente" utilizando um conjunto "crisp" e um conjunto difuso, respectivamente. O conjunto "crisp" A não

condiz completamente com o conceito de "adolescente", pois pessoas com 12 anos e 11 meses não pertenceriam ao conjunto, enquanto que o conjunto difuso B considera pessoas com idade entre 11 e 13 anos e 17 e 19 anos, parcialmente pertencentes ao conjunto "adolescente".



**Figura 4.** a) Função característica do conjunto “crisp” adolescente. b) Função trapezoidal característica do conjunto nebuloso adolescente.

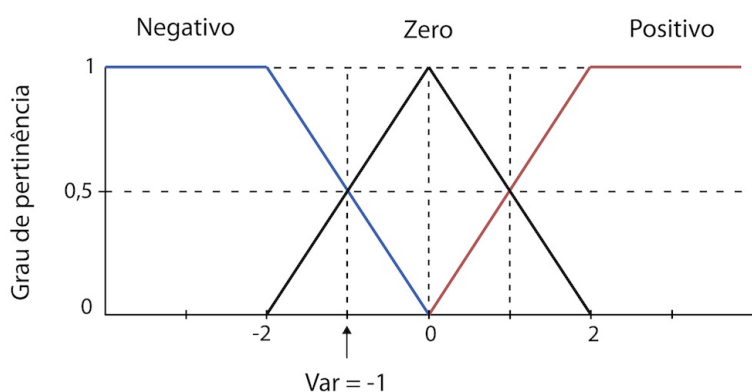
Controladores Baseados em Lógica Difusa (CBLD), utilizam regras no formato ‘Se <premissa> Então <conclusão>’. Essas regras almejam representar a experiência humana, intuição e heurística para solucionar um problema com uma rotina (ZADEH, 1965). Na figura 5 podemos ver a arquitetura presente em sistemas com CBLD.



**Figura 5.** Arquitetura genérica de um sistema difuso (BOENTE, 2009)

Um CBLD possui ao menos 3 etapas: (i) a Fuzzificação, (ii) o Mecanismo de Inferência e (iii) a Defuzzificação. O fluxo da informação ocorre segundo os passos abaixo:

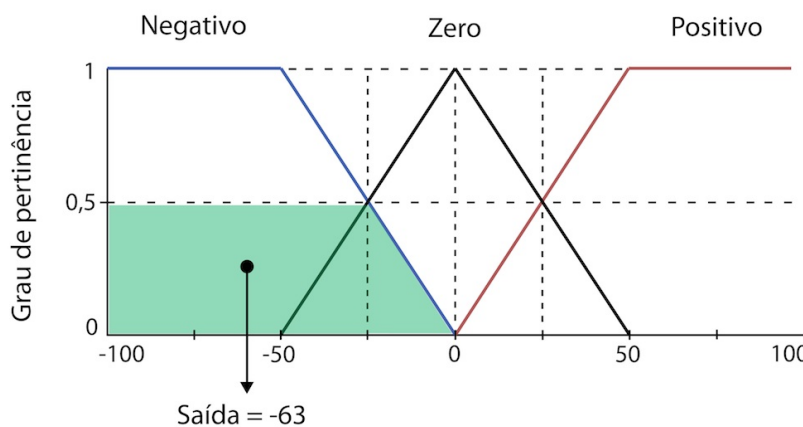
1. Uma entrada numérica precisa é informada ao controlador.
2. Durante a etapa de Fuzzificação, o valor numérico de entrada é convertido em graus de pertinência. A Figura 6 representa um mapeamento de uma variável numérica em 3 conjuntos difusos: Negativo, Zero e Positivo. Para exemplificar, se utilizarmos um valor de entrada -1, ele pertencerá 50% ao conjunto Negativo e 50% ao conjunto Zero. Segundo (WANG, 1996), além de funções triangulares, podemos também utilizar funções Gaussianas.



**Figura 6.** Mapeamento de Variável de Entrada em Graus de Pertinência.

3. Na etapa do Mecanismo de inferência, são utilizados os graus de pertinência da etapa anterior no processamento de inferência das regras que descrevem a solução do problema. Assim, cada regra terá seu valor de conclusão relacionado com sua compatibilidade dos dados e regras (SANDRI, 1999) e seus valores computados geram os graus de pertinência de saída.
4. Por fim, os graus de pertinência de saída são passados para a etapa de Defuzzificação e transformados em um valor numérico preciso novamente, que será a saída de nosso CBLD.

Exemplificado na figura 7, o processo de Defuzzificação usa os graus de pertinência de saída para formar o polígono necessário para calcular seu centro de massa, e a abscissa deste ponto representará o valor de saída preciso.



**Figura 7.** Defuzzificação utilizando o cálculo do Centro de Massa do polígono a partir dos graus de pertinência de saída.q

A lógica difusa, devido as características aqui mostradas, se tornou indicada em sistemas tutores inteligentes principalmente na representação do usuário (KAVCIC, 2004), etapa imprescindível na construção de um STI (NKAMBOU, 1997).

## Capítulo 3

# Modelo Proposto e Ferramenta

Neste capítulo está descrito como os conceitos estudados (contidos na fundamentação teórica) foram utilizados na construção do Sistema Tutor Inteligente Multimídia (STIM). A seção 3.1 apresenta uma discussão acerca dos modelos computacionais propostos e a seção 3.2 relata detalhes de sua implementação.

### 3.1 Modelo Proposto

Inspirado nos satisfatórios resultados de treinamentos individualizados (também referenciado como “aulas particulares”), onde cada aprendiz tem um mestre, surgiu a idéia de construir um sistema computacional tutor que tentasse proporcionar uma experiência similar, focada no ensino de Inglês. Nesse ambiente o aluno seria acompanhado de perto em seu desenvolvimento e o sistema, a partir da percepção da compreensão do aprendiz sobre o assunto, poderia vir a decidir a melhor forma de conduzir o curso para maximizar o aprendizado do aluno.

Durante o estudo sobre criação de conteúdo didático para a língua inglesa, foi visto que livros voltados para o público mais jovem contém conteúdos diferentes dos livros para adultos, apesar de abordarem o mesmo assunto. Esse fato motivou o desenvolvimento de um mecanismo capaz de escolher o conteúdo mais apropriado para o usuário, baseado em sua idade, além da adaptação pelo seu desempenho já prevista e comentada acima.

Treinamentos de idiomas *on-line* já são muito comuns e acessíveis do ponto de vista financeiro. Apenas no *site* LiveMocha<sup>1</sup>, que é uma das referências no ensino de línguas pela internet, existem mais de 9 milhões de usuários espalhados pelo mundo (CLARK; GRUBA, 2010). Este fato demonstra o tamanho do mercado que consome o tipo de produto proposto neste trabalho. O que torna tudo isso mais

---

<sup>1</sup> LiveMocha – <http://www.livemocha.com>

interessante é que com os mesmos modelos de aulas e exercícios, diferindo apenas no idioma, é possível transformar um treinamento que inicialmente foi planejado para tutoria de inglês, em um curso de qualquer outra língua.

O sistema híbrido proposto neste trabalho, ou seja, a combinação de STI e LD, tem como objetivo principal proporcionar ao aprendiz um treinamento eficaz e agradável a partir do gerenciamento personalizado do conteúdo a ser estudado. Nesse direcionamento, foram desenvolvidos em seu módulo de Domínio os conteúdos da língua inglesa que são exibidos durante as aulas. No módulo Tutor, foram armazenadas as estratégias pedagógicas que são aplicadas observando a representação do conhecimento do aprendiz que é armazenada no módulo Aluno. Desta forma, uma boa modelagem do usuário é fundamental para a adaptação do conteúdo didático às características individuais de cada aprendiz. (ver figura 8).

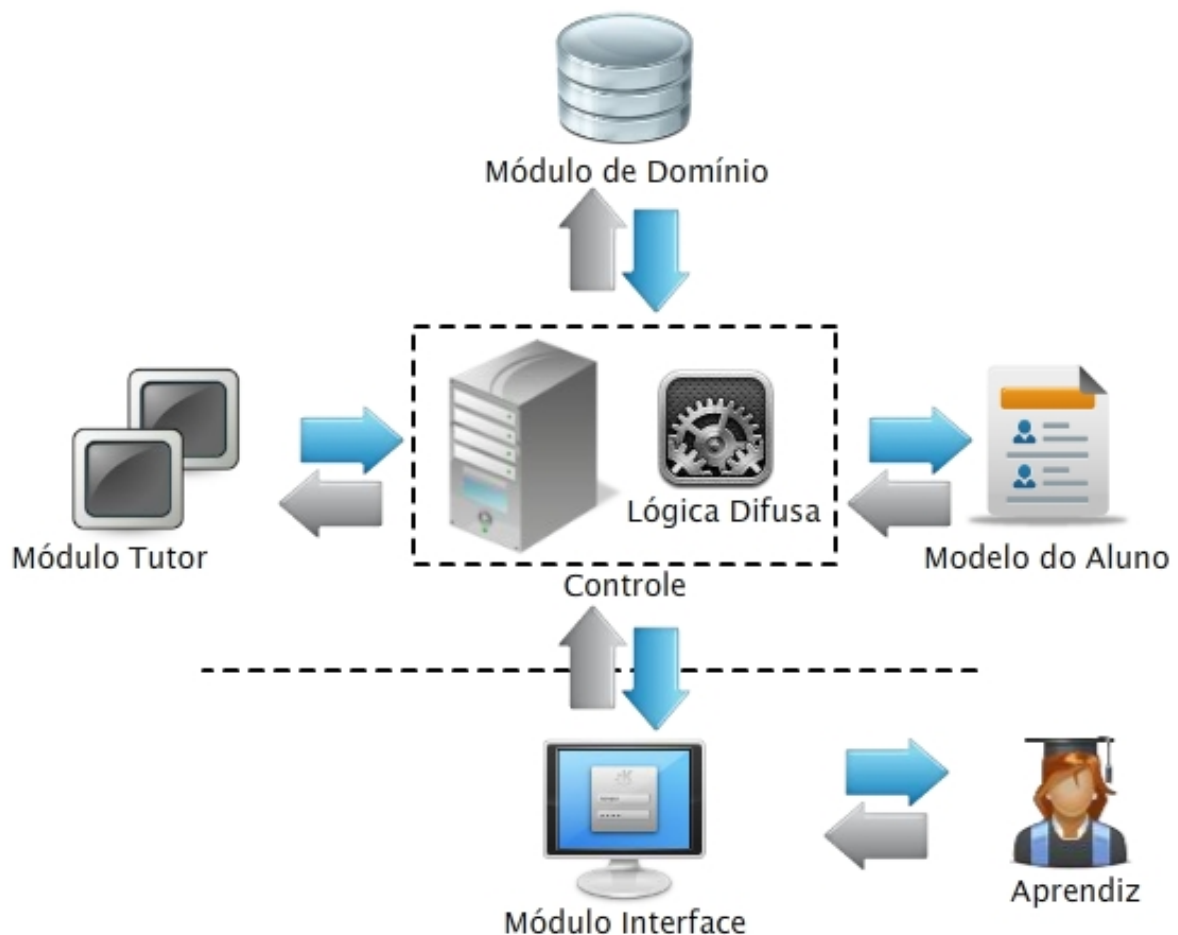


Figura 8. Módulos do sistema

### 3.1.1 Aplicação da lógica difusa

Por ser uma técnica que possibilita o trabalho com incertezas, a LD foi empregada em dois locais distintos no processo de modelagem do usuário do STI. O primeiro instante foi na modelagem inicial, que considera apenas os dados cadastrados durante a matrícula como a data de nascimento. O segundo momento foi na etapa de avaliação do usuário, durante a aplicação dos métodos sócrático e de treinamento, realizados pelo módulo tutor. Uma visão esquemática das aplicações da lógica difusa no projeto está nas figuras 9 e 10.

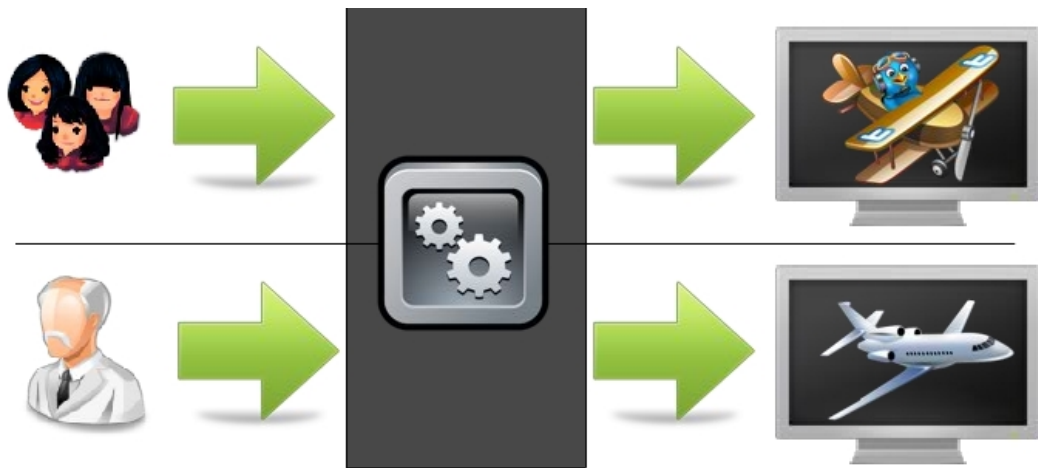


Figura 9. Escolha de conteúdo baseada em idade.

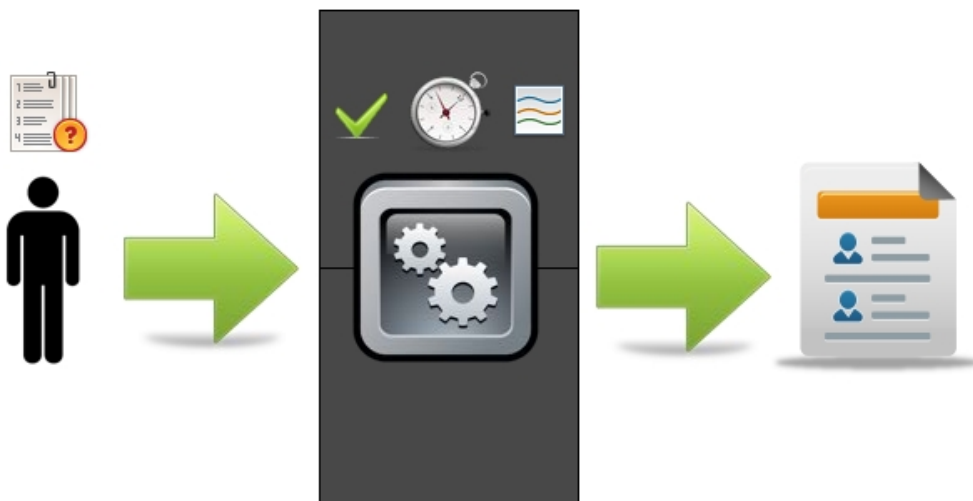
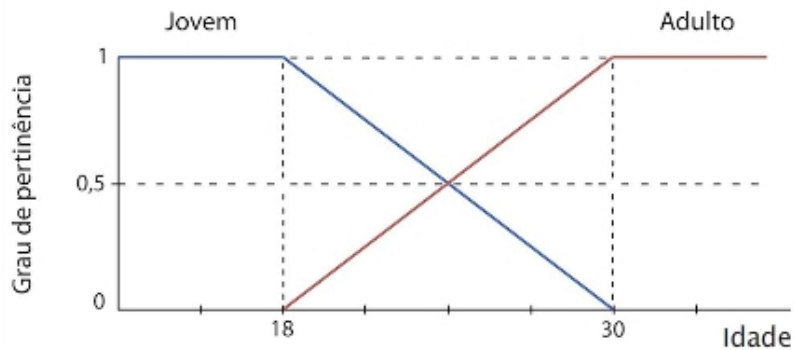


Figura 10. Avaliação do usuário baseada em respostas, tempo e dificuldade.

Baseando-se na idade do aprendiz, que foi informada em seu cadastro, o sistema tenta representar o usuário em dois grupos de pertinência: “Jovem” e “Adulto”, como representado na figura 11.



**Figura 11.** Conjuntos de pertinência “Jovem” e “Adulto”

Por exemplo, dois alunos, um com 14 e outro com 40 anos, seriam facilmente classificados como “jovem” e “adulto”, respectivamente. Porém um usuário com 23 anos seria representado por 60% “jovem” e 40% “Adulto”, e esses valores significariam a representação inicial do aprendiz e seriam utilizados pelo módulo Domínio do STI em uma roleta de probabilidade que definiria o tipo de conteúdo a ser exibido, como representado na figura 12. Desta forma, o conteúdo selecionado estaria mais próximo da realidade do usuário, pois seria formado por 60% de elementos pré-classificados com “jovem” e apenas 40% por elementos mais formais presentes no cotidiano de um adulto. Com essa estratégia, textos e imagens mostrados para crianças, seriam mais lúdicos que os exibidos para adultos, porém seguiriam os mesmos assuntos. Para exemplificar melhor, em uma aula de vocabulário seria mostrado para uma criança elementos como “bola”, “pipa”, “boneca”, etc. e nesta mesma aula para um adulto, seriam exibidos elementos mais presentes em seu cotidiano, como “carteira”, “carro”, “batom”, “cerveja”.

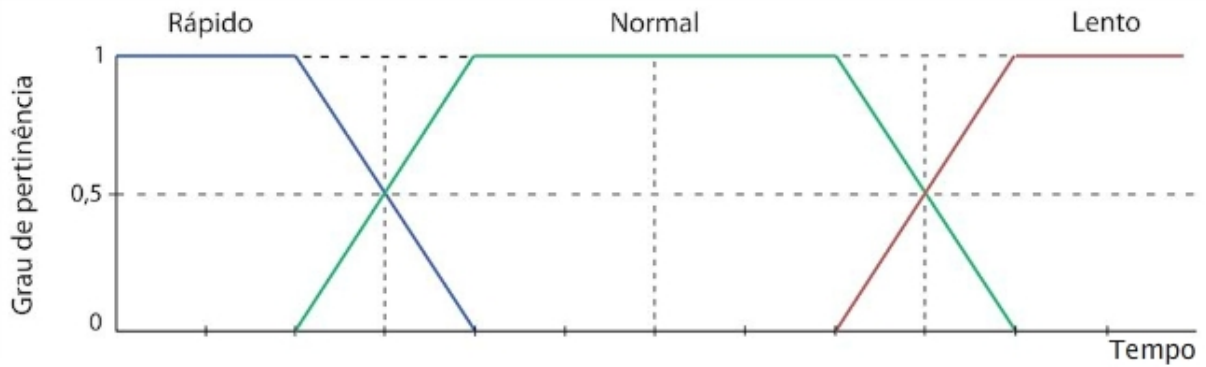




**Figura 12.** Roleta de probabilidade

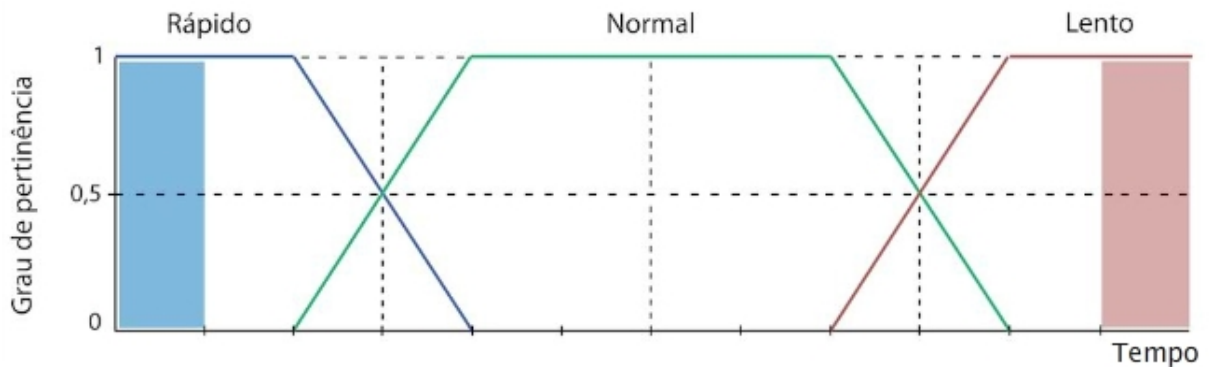
Ao final de cada tópico abordado no curso, o aprendiz seria submetido pelo módulo tutor do STI a uma espécie de avaliação com o objetivo de saber o quanto o aluno realmente compreendeu do assunto visto. Alunos com desempenho inferior a média de aprovação seriam orientados pelo STI a revisar o conteúdo anterior antes de avançar para o próximo tópico, enquanto os que teriam desempenho satisfatório, seriam diretamente encaminhados para o tópico seguinte.

Sendo assim, a identificação das deficiências do usuário se mostra primordial para o uma adaptação correta no fluxo do curso. Para mapear tais dificuldades foram definidos em cada pergunta das avaliações, seu tempo de leitura e seu nível, que pode ser classificado em “fácil”, “normal” e “difícil”. Para cada nível, foram definidos conjuntos difusos representando tempos de resposta e classificados em “rápido”, “normal” e “lento”. A figura 13 mostra a disposição dos conjuntos difusos.



**Figura 13.** Conjuntos Difusos utilizados

Um aprendiz que acertou 7 questões, sendo uma de forma aleatória, numa avaliação com o total de 10 perguntas, estaria apto a avançar para o próximo assunto se o método socrático utilizasse a lógica booleana. Porém, com a implementação da lógica difusa, questões pertencentes ao nível “difícil” e que foram respondidas num tempo “rápido”, por exemplo, serão consideradas sorte e terão seu valor penalizado, o que ajustaria mais propriamente a nota do aluno aproximando a resposta do sistema da real compreensão do usuário. O mesmo aconteceria de forma reversa com perguntas do nível “fácil” e que foram respondidas num tempo “lento”, como mostra a figura 14.



**Figura 14.** Inferências dos conjuntos difusos

## 3.2 Ferramenta desenvolvida para testar o conceito

Seguindo os conceitos de engenharia de software, a construção do STIM se iniciou com a criação do diagrama de caso de uso, presente na figura 15, que representa de forma visual as possíveis interações que o ator, neste caso o aprendiz, pode ter com o sistema. Sendo assim, o aprendiz pode criar sua matrícula no curso, logar no sistema, assistir e revisar aulas e resolver exercícios que podem ser jogos ou questionários. Sua descrição detalhada pode ser encontrada no apêndice A.

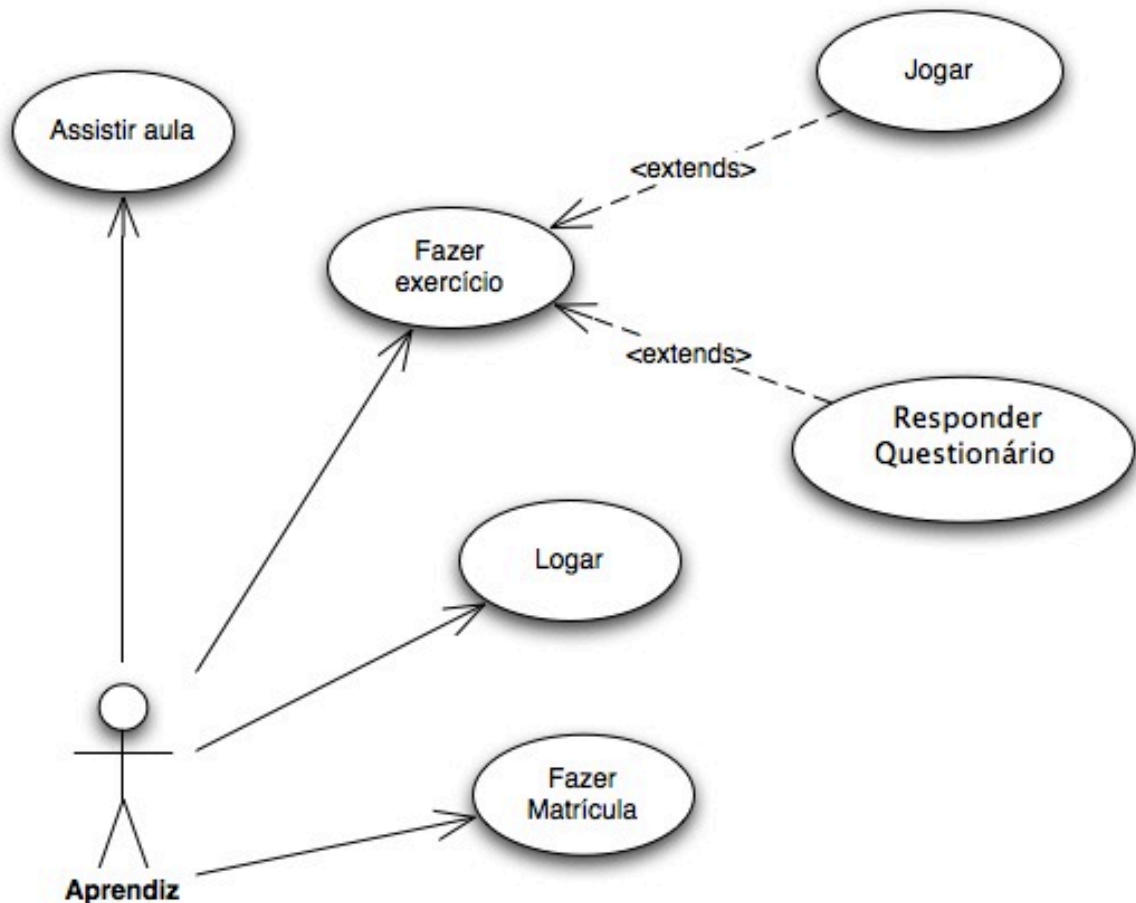


Figura 15. Diagrama de Caso de uso da ferramenta STIM

A arquitetura proposta na figura 16, permite que aprendizes separados geograficamente possam utilizar o sistema para aprender, no caso, a língua inglesa.

A aplicação proposta possui duas partes:

**Parte Cliente:** onde se encontra a interface com o usuário e mecanismos de avaliação.

**Parte Servidor:** onde se encontra o conteúdo, estratégias de ensino e a representação do usuário.

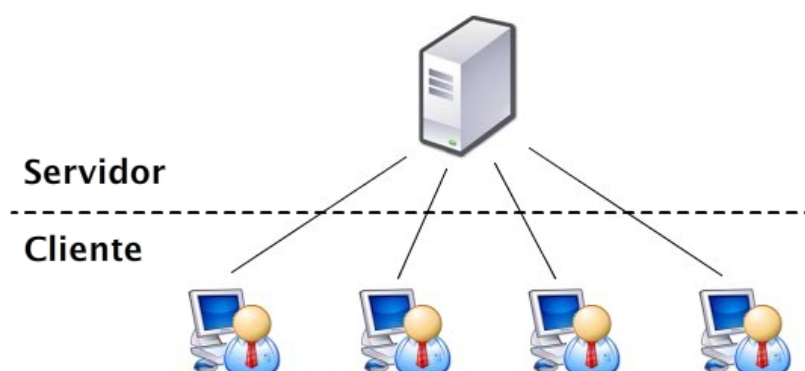


Figura 16. Arquitetura Cliente – Servidor da ferramenta STIM

Devido aos recursos multimídia explorados e a interatividade, na parte cliente foi escolhida a plataforma flash, que utiliza a linguagem orientada a objetos Action Script 3.0 (AS3) (LOTT; PATTERSON, 2006). Na parte servidor foi utilizado PHP (ULLMAN, 2007), uma linguagem interpretada e de código aberto, para gerar conteúdo dinâmico.

Para a parte Cliente foi escolhida a arquitetura *Model-view-controller* (MVC) (GAMMA et al., 1995), devido a separação clara das partes de visual, controle e dados, possibilitando alta coesão e baixo acoplamento no sistema. O framework para AS3 usado foi o PureMVC (HALL, 2008). A figura 17 mostra a arquitetura de software utilizada no projeto.

Seguindo as boas práticas de engenharia de software, no que diz respeito a reuso e manutenabilidade, foram aplicados os padrões de projeto a saber: estruturais *Proxy* e *Façade*, o de criação *Singleton* e os comportamentais *Command*, *Mediator* e *Observer*. Todos estes padrões estão presentes em (GAMMA et al., 1995).

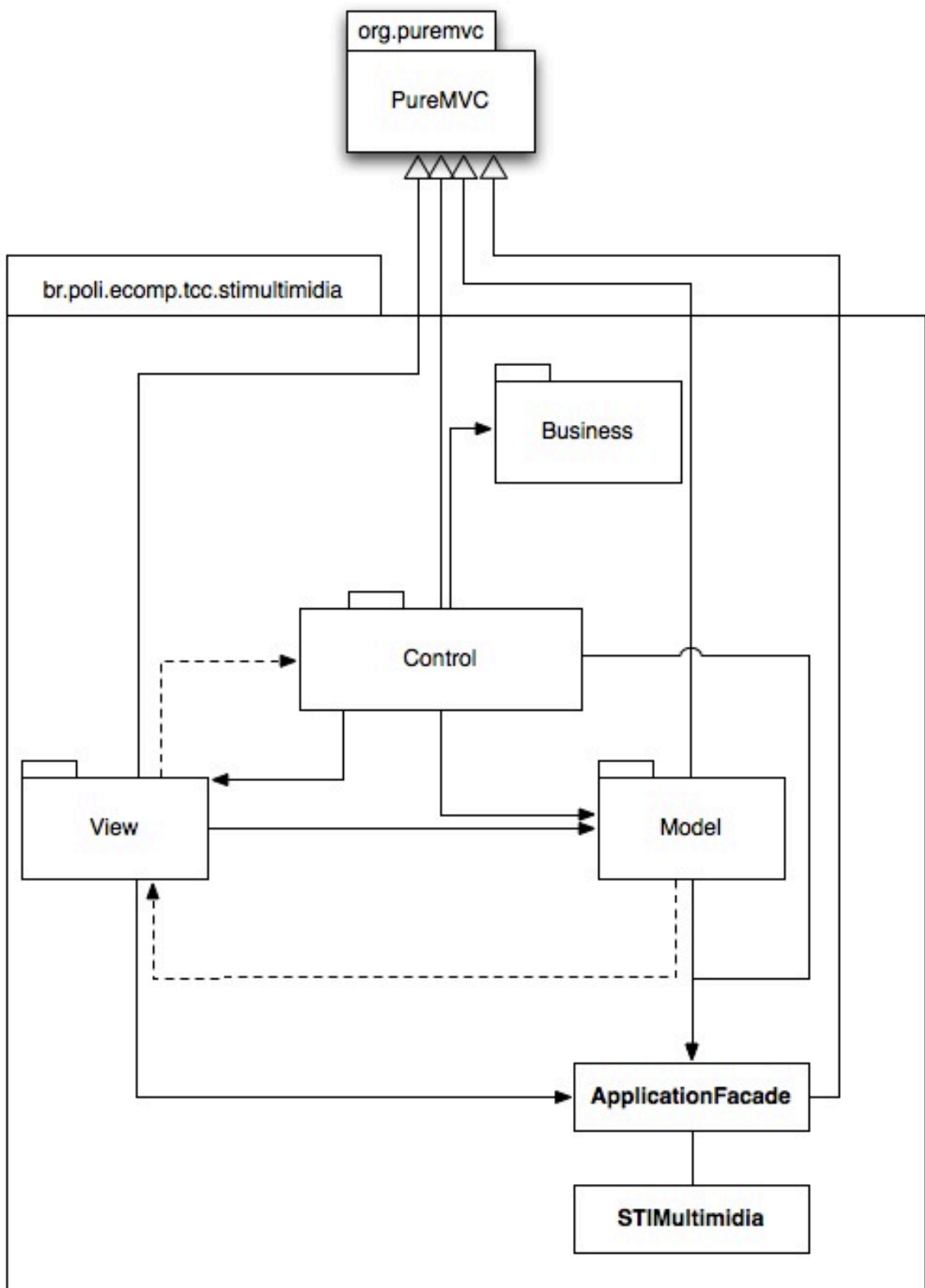


Figura 17. Arquitetura MVC utilizada no projeto STIM

As responsabilidades das principais partes desenvolvidas para este sistema são:

**STIMultimedia:** Principal classe, é o ponto de entrada na aplicação. Possui uma única instância (*singleton*) da Classe ApplicationFacade que possibilita o uso do framework pureMVC.

**View:** Pacote que define as classes da interface gráfica utilizada no projeto. Para manipular cada tela, existe uma classe associada. Exemplo: TelaLogin possui uma classe chamada TelaLoginMediator responsável por seu gerenciamento.

**Control:** Pacote com os *Commands* usados no projeto. Cada funcionalidade tem seu *command* específico, o que deixa o código dividido e de fácil manutenção.

**Model:** Pacote com classes de dados. Contém as classes base (VOs) e *Proxys* utilizados no projeto.

**Business:** Pacote que contém as classe de negócio e comunicação com o servidor (*server-side*).

Além dessas partes, foi utilizado o modelo físico (BROWN, A., 1975) apresentado na figura 18 para a construção do banco de dados do servidor. O modelo físico de dados foi construído utilizando a linguagem SQL e o gerenciamento é feito através do SGBD MySQL (DELISLE, 2006).

Já para facilitar a comunicação entre cliente e servidor, foi usado o framework AMFPHP (ALLEN et al., 2008), o que possibilitou o envio e recebimento de dados complexos como *arrays* e objetos. Devido ao protocolo *Action Script Format* (AMF) (ADOBE, 2006), foi possível executar métodos implementados no lado do servidor como se estivesse no próprio cliente, ou seja, realizar chamada/invocação de métodos remotos. Essa possibilidade deixa o processo de desenvolvimento mais produtivo e ao mesmo tempo abstraído da tecnologia do *server-side*, o que permite uma alta manutenabilidade do sistema.

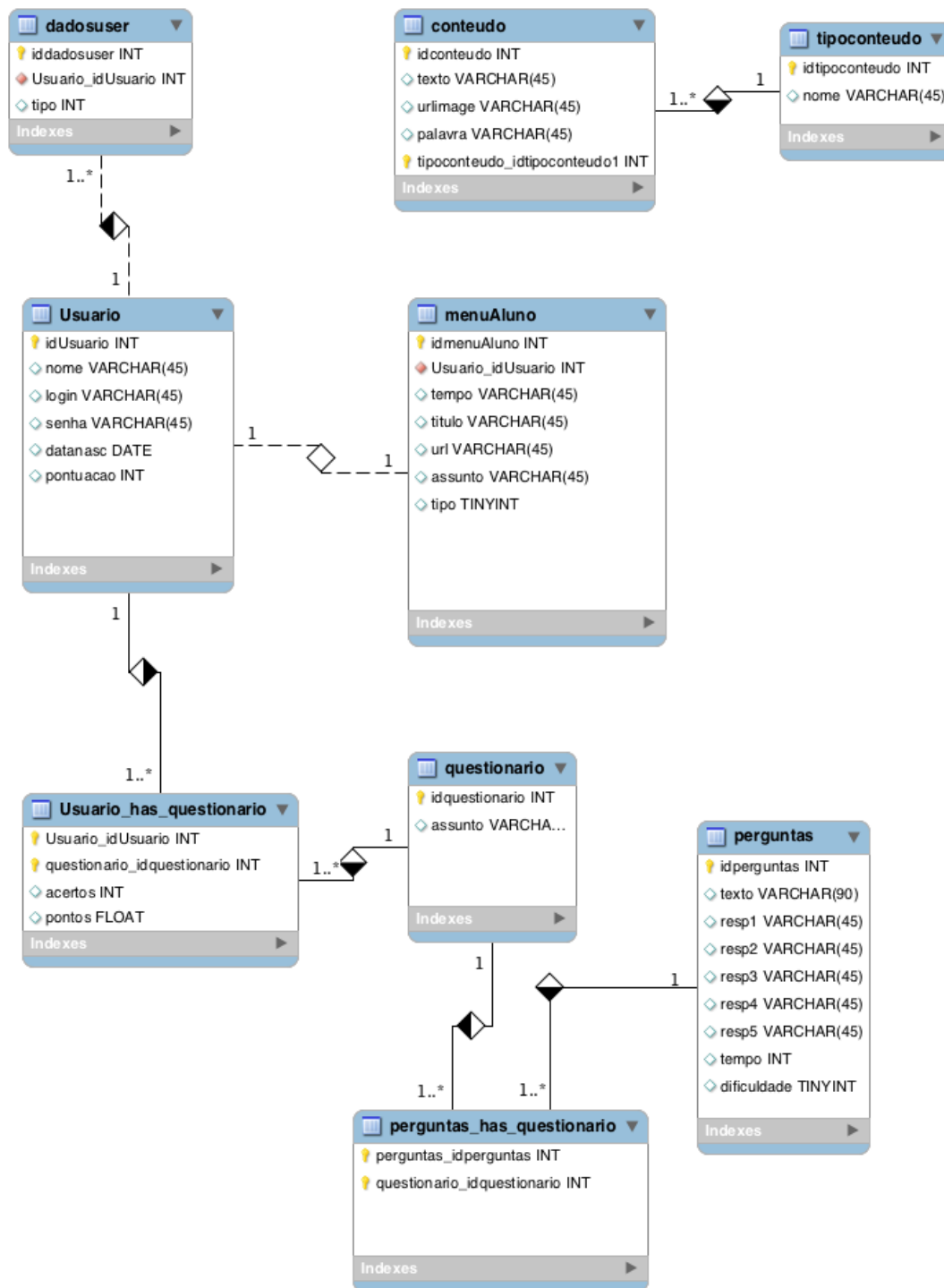


Figura 18. Modelo físico do banco de dados

Como o objetivo deste sistema híbrido é o ensino da língua inglesa, uma interface com o usuário intuitiva e que utiliza uma abordagem multimídia é de grande valia. A interface criada permite que o aprendiz receba informações em forma de textos, imagens, áudio e vídeo, o que é de grande importância para cursos de idiomas.

Para a apresentação do conteúdo foram utilizadas telas dinâmicas de quatro tipos diferentes:

**Telas de apresentação de imagens, textos e áudio:** Utilizadas para exibir o conteúdo didático personalizado pelo STI. Na Figura 19 podemos ter uma visão esquemática.

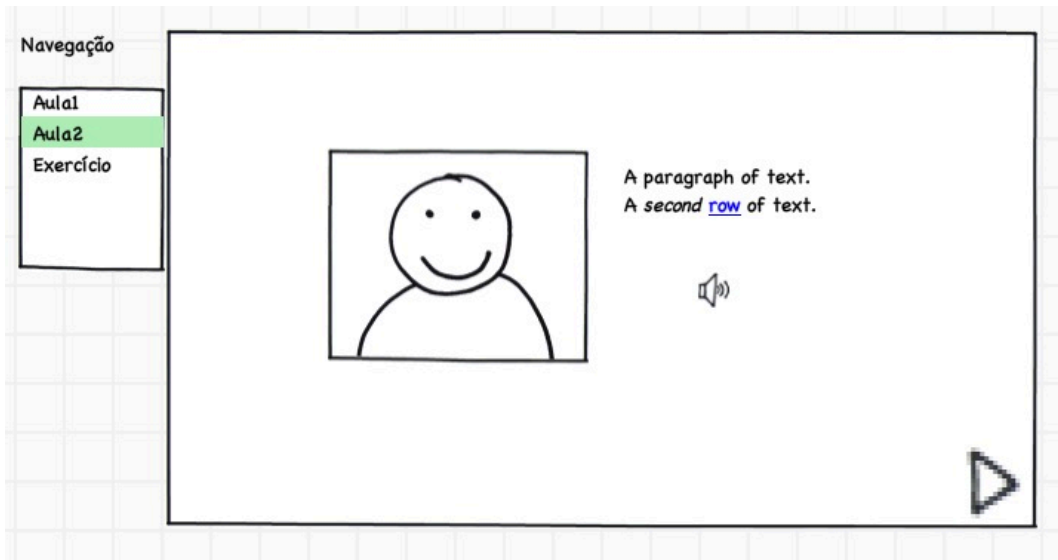


Figura 19. Esboço da tela de exibição de conteúdo.

**Telas de exercícios:** Utilizadas para ajudar o aprendiz a fixar o conteúdo visto previamente. Na Figura 20 podemos ter uma visão como seria um exercício de associação.

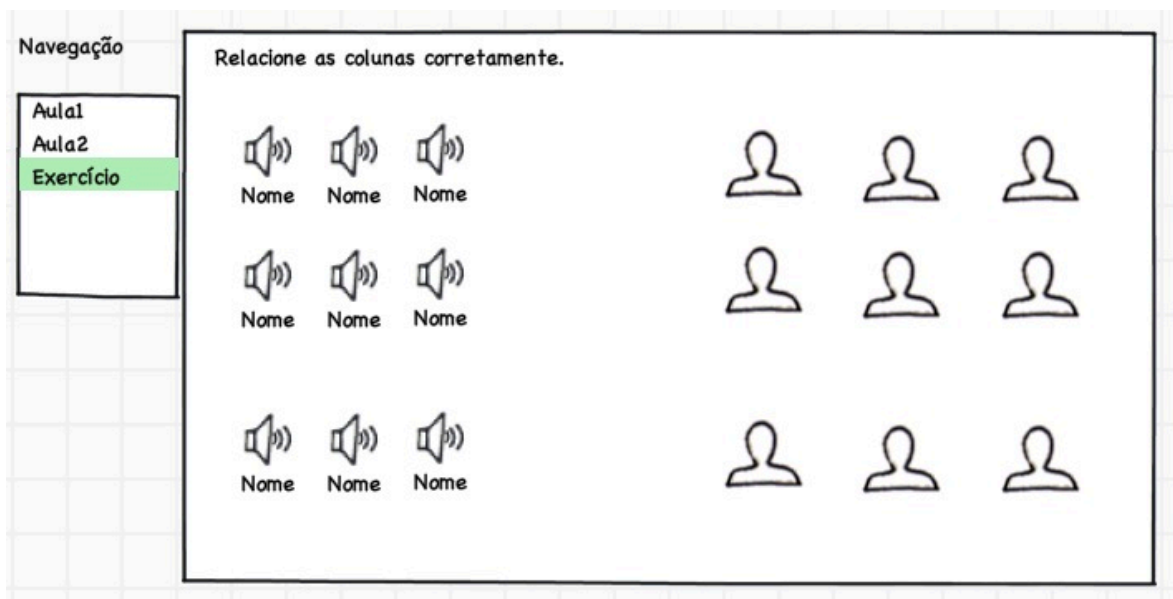


Figura 20. Esboço da tela de um exercício de fixação.



**Telas de avaliação:** Utilizam questionário para avaliar a compreensão do aprendiz sobre o tópico abordado, como podemos observar na figura 21.

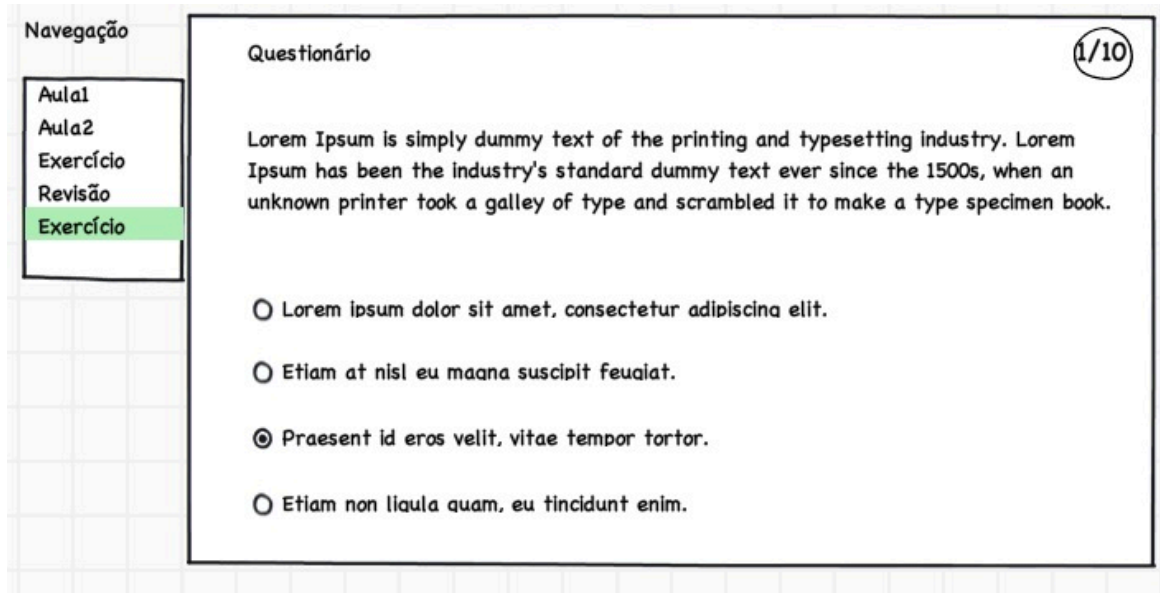


Figura 21. Esboço da tela de questionário aplicado pelo sistema híbrido.

**Telas de Revisão:** A partir do resultado dos questionários, o sistema decide se o aprendiz está apto a seguir para o próximo tópico do curso, ou se terá aulas de reforço. O reforço pode utilizar diferentes técnicas de apresentação para proporcionar um melhor esclarecimento as dúvidas que o usuário venha a ter. A figura 22 mostra uma tela de revisão que utiliza o recurso multimídia de vídeo para revisar um tópico do curso.

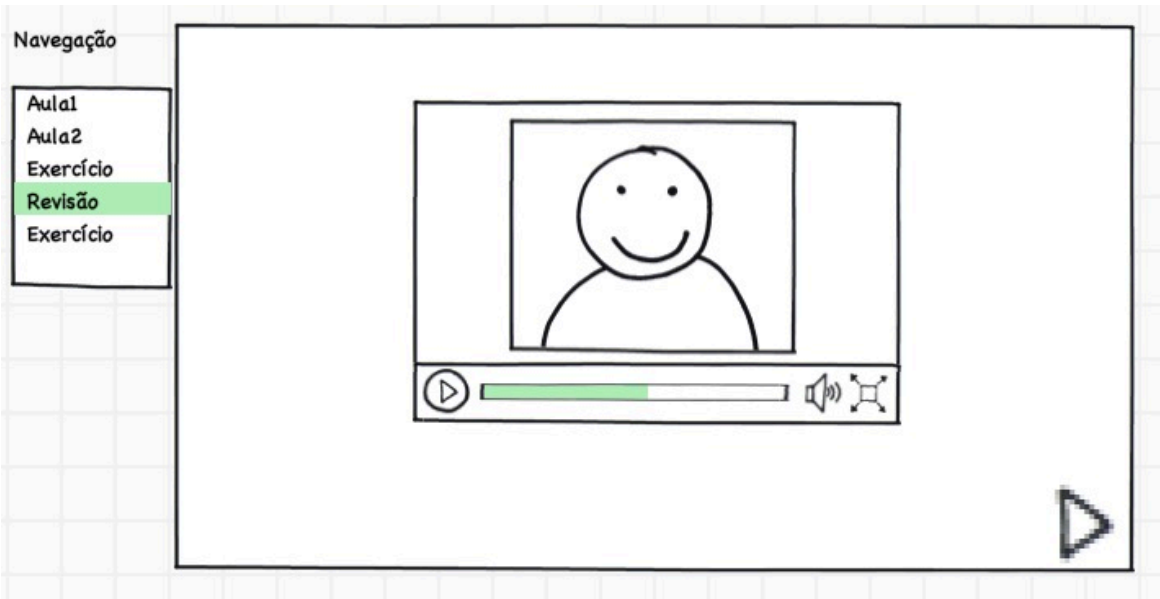
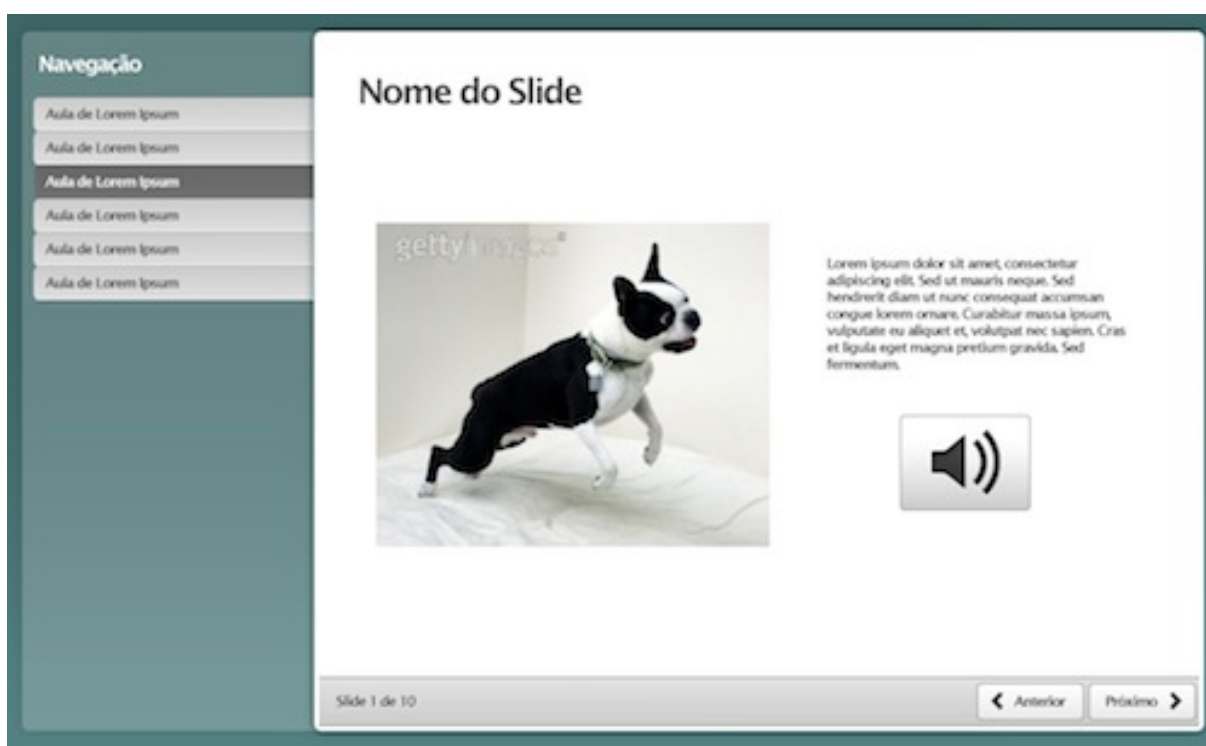


Figura 22. Esboço da tela de revisão utilizando vídeo.

O *design* da aplicação foi construído seguindo conceitos de usabilidade, tornando a experiência do usuário mais direta e intuitiva (NIELSEN, 1993). Por exemplo, o recurso multimídia usado para a plataforma possibilitou a funcionalidade de reprodução dos textos em formato de áudio, o que representou um grande avanço para aplicações de ensino de idiomas a distância. Na figura 23, no lado esquerdo, podemos ver a navegação do sistema. No lado direito da mesma figura, podemos ver o botão de áudio que quando clicado reproduz o conteúdo que está sendo estudado em formato de som, utilizando o mecanismo de texto para fala criado pela google, chamado Google Tradutor<sup>2</sup>.



**Figura 23.** Interface com o usuário. Tela Principal do STIM

Seguindo o mesmo conceito, tanto os jogos quanto os questionários das telas de exercícios, possuem uma estrutura limpa que não distrai o aprendiz durante o uso e também utilizam recursos áudio visuais para responder as interações do usuário. Na figura 24, temos exemplo de telas de exercício.

<sup>2</sup> Google Tradutor - site: <http://translate.google.com/>

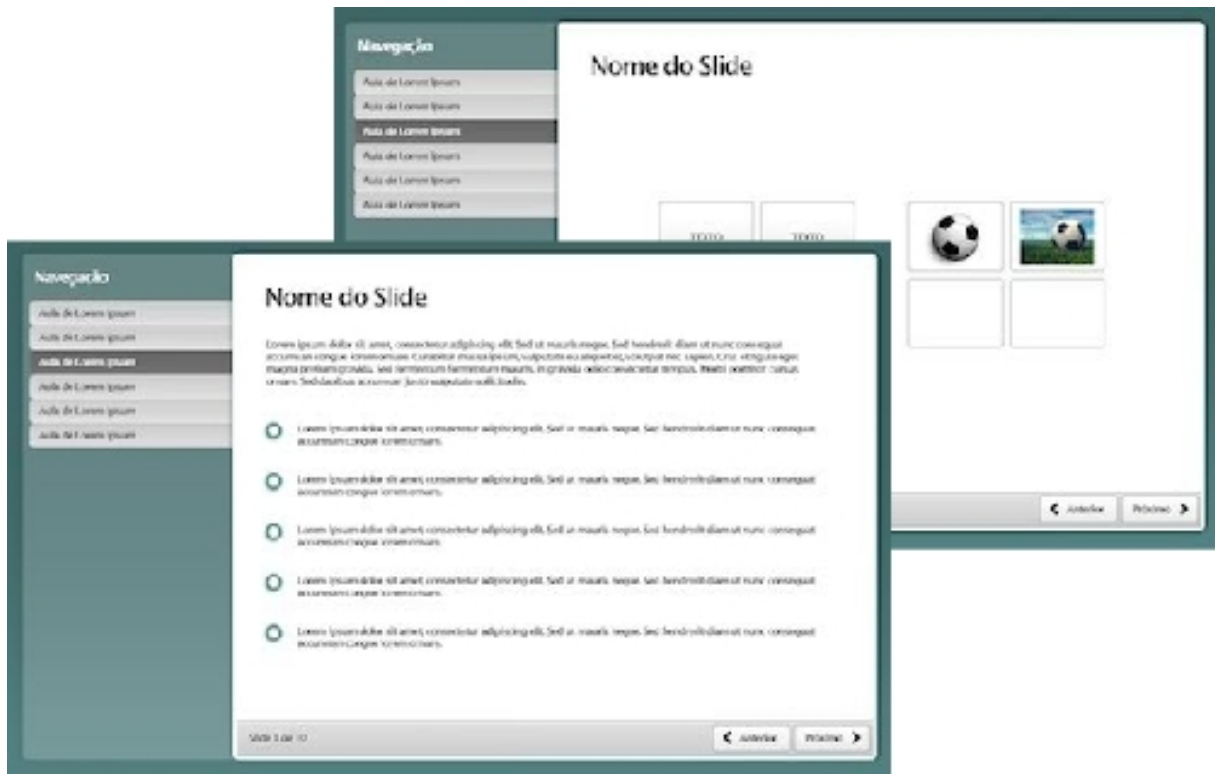


Figura 24. Interface com o usuário. Telas de exercício.

Durante o transcorrer de um curso, o aprendiz segue o fluxograma presente na figura 25. Depois de assistir cada tópico abordado ele passa por uma avaliação que pode ser um jogo ou um questionário e seu desempenho é avaliado. No caso de obter um resultado satisfatório, será direcionado para o próximo tópico, porém, se o mesmo não alcançar o desempenho mínimo esperado, será encaminhado para a revisão do assunto e depois avaliado novamente. Este fluxo persiste até o fim do treinamento, o que garante uma adaptação do ritmo do curso ao aprendizado do aluno. Essa formulação não permite que ele avance sem ter um conhecimento mínimo a cerca do conteúdo, o que geraria dificuldades maiores no nível seguinte e um possível desestímulo com o treinamento.

Na etapa de avaliação, para ser considerado apto a avançar para o próximo assunto, o aluno deve atingir pelo menos a nota 7 por ser a métrica utilizada na maioria das propostas pedagógicas das escolas. A dificuldade e o tempo de resposta de cada pergunta são levados em consideração no cálculo da nota e com o auxílio da lógica difusa é possível penalizar o score de uma questão que, por exemplo, tenha sido respondida com um tempo muito curto ou muito longo, o que

representaria uma resposta aleatória dada pelo usuário ou uma dificuldade no entendimento do assunto, respectivamente.

Com a hibridização proposta, espera-se obter uma melhora na adaptação do conteúdo do STI, devido a uma representação do modelo do usuário mais real proporcionada pelo uso da lógica difusa.

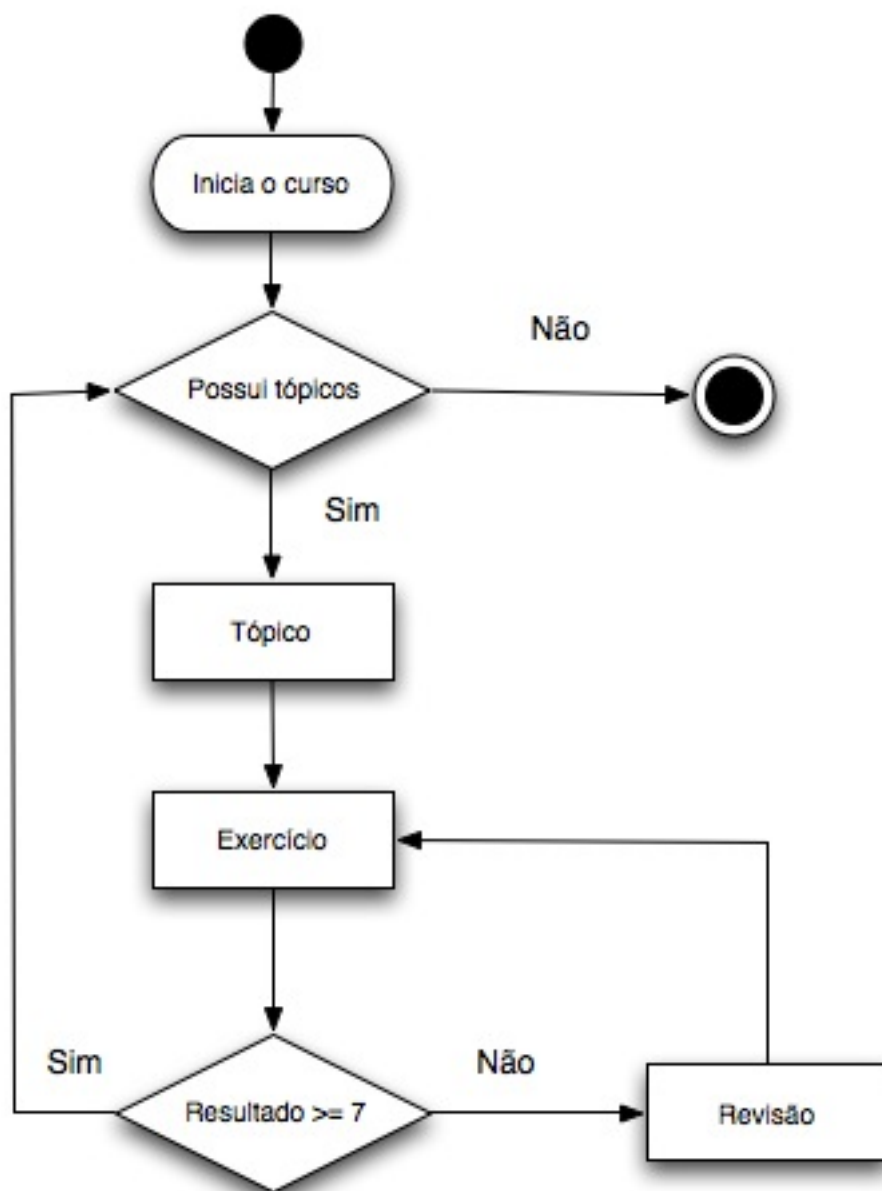


Figura 25. Fluxograma da aplicação para um dado par curso-aluno.

## Capítulo 4

# Experimentos e Resultados

Este capítulo tem como objetivo descrever os experimentos realizados e, principalmente, analisar seus resultados. Na sessão 4.1 está a descrição geral dos experimentos, e na sessão 4.2 estão detalhados os resultados obtidos e suas implicações.

### 4.1 Descrição dos experimentos

Foram propostos dois estudos empíricos do tipo experimento pedagógico, que tiveram como objetivos analisar a eficiência e eficácia de sistemas híbridos com foco educacional em relação aos tradicionais de treinamento intermediados por computadores.

Para a elaboração do estudo foi seguido o processo apresentado na figura 26.



**Figura 26.** Processo aplicado na elaboração dos experimentos

As etapas do processo podem ser descritas como:

**Definição:** Identificação de objetivos e hipóteses ainda sem tratamento formal.

**Planejamento:** Detalhamento do experimento e definição formal das hipóteses.

**Operacionalização:** Execução do experimento e validação dos dados coletados

**Análise e Interpretação:** Entender os dados a partir de estatística descritiva e testar hipóteses.

**Apresentação e Empacotamento:** Documentar os resultados.

Para os experimentos, foram escolhidas 10 pessoas com pouco ou nenhum conhecimento da língua inglesa com a faixa etária entre 25 e 50 anos. Como conteúdo didático foi utilizado uma aula sobre vocabulário, com elementos presentes no cotidiano dos alunos e a avaliação consistia na identificação destes mesmos elementos.

#### 4.1.1 Primeiro experimento – Estudo da Eficácia

##### Definição do experimento

O experimento teve o intuito de verificar a eficácia do sistema proposto e se deu nas condições normais de uso, tipo *on-line*. Seu objetivo foi avaliar o desempenho de estudantes da língua inglesa que utilizaram sistemas computacionais para o treinamento, no ponto de vista do aprendiz, de ensino a distância da língua inglesa. Foi tomada como hipótese inicial que alunos treinados pela ferramenta adaptativa, proposta nesse trabalho, teriam resultados melhores em avaliações.

##### Planejamento

Como hipótese nula,  $H_0$ , foi determinado que a média dos resultados dos alunos que estudaram usando a ferramenta proposta neste trabalho é igual ou inferior a média de aprendizes que estudaram por meio de um sistema sem características adaptativas. Enquanto para a hipótese alternativa  $H_1$  temos que a

média dos aprendizes treinados pela ferramenta inteligente é maior que a dos treinados pelo sistema linear.

$$H_0: \mu_1 \leq \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 > \mu_2$$

### Operacionalização

Para a aquisição dos dados, foi aplicado um teste com 10 questões relativas ao assunto abordado pelos sistemas. O questionário foi aplicado para 10 usuários que foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos. O primeiro, fez uso de uma ferramenta de tutoria linear e seu fluxo está representado na figura 27a, já o segundo foi treinado com o sistema adaptativo desenvolvido neste trabalho e que segue o fluxo representado na figura 27b.

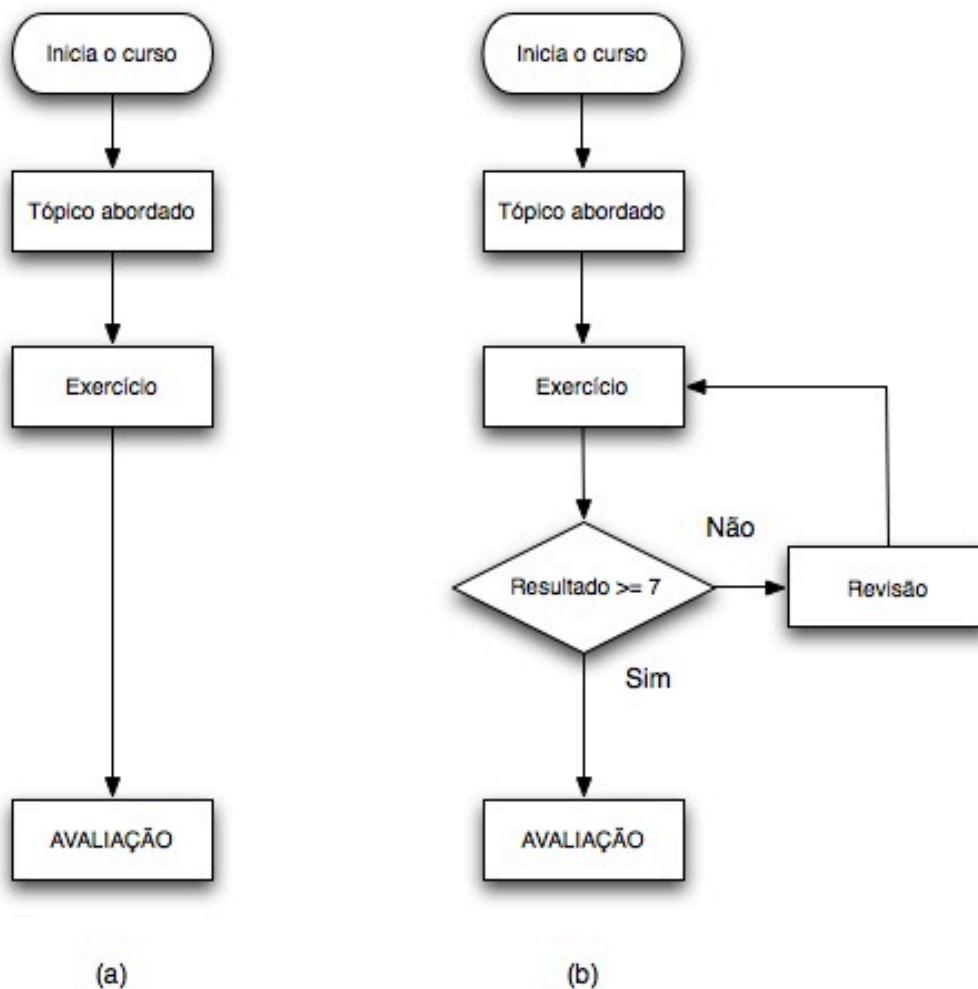


Figura 27. Fluxo A (sistema linear) e Fluxo B (sistema adaptativo)

O desempenho de cada aprendiz foi guardado junto com os demais de seu grupo e a partir destes valores foi inferido a média em cada grupo.

### **Análise e interpretação**

Pelo tipo do experimento ser de um fator e dois tratamentos, a técnica estatística escolhida para testar a hipótese foi o teste T pareado (C WOHLIN, P RUNESON, M HÖST, 2000). O fator corresponde ao desempenho do aprendiz e os tratamentos são o uso ou não do reforço quando o aluno não obtiver um desempenho esperado.

Para facilitar a análise dos resultados, foi definido que a ferramenta adaptativa não usaria vídeos durante a revisão de tópico, caso o usuário não obtivesse desempenho satisfatório no mesmo. Desta forma, a influência do conteúdo multimídia mostrado nos treinamentos não comprometeria a comparação dos resultados, que seria a relevância do uso ou não do reforço.

Como a quantidade de usuários participantes deste experimento é pequena, a priori foi assumido que há normalidade na distribuição dos resultados. Este fato representa uma ameaça a sua validade.

### **Apresentação e Empacotamento**

Os resultados obtidos foram documentados na sessão 4.2.1, onde foram dispostos em tabelas e gráficos para facilitar o entendimento.

## **4.1.2 Segundo experimento – Estudo da Eficiência**

### **Definição do experimento**

Teve como objetivo verificar a eficiência do STIM em relação ao sistemas lineares. O experimento se deu nas condições normais de uso, tipo *on-line*. Foi tomada como hipótese inicial que alunos treinados pela ferramenta adaptativa proposta nesse trabalho teriam resultados maiores ou iguais a média de aprovação e conseqüentemente economizariam o recurso tempo por não precisarem de retreinamento.

### **Planejamento do segundo experimento**

Como hipótese nula,  $H_0$ , foi determinado que a média da quantidade de alunos que precisaram ser retreinados no grupo dos alunos que estudaram usando a



ferramenta proposta neste trabalho é igual a média de aprendizes que estudaram por meio de um sistema sem características adaptativas. Enquanto para hipótese alternativa  $H_1$  temos que a média da quantidade de alunos que precisaram ser retreinados no grupo dos aprendizes treinados pela ferramenta inteligente é diferente dos treinados pelo sistema linear.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

### **Operacionalização do segundo experimento**

Para a aquisição dos dados foi usado o resultado do experimento anterior. A quantidade de notas inferiores a média de aprovação em cada grupo de usuários foi armazenada.

### **Análise e interpretação do segundo experimento**

Assim como no experimento anterior, foi escolhido o teste T pareado para testar a hipótese. O fator estudado é a eficiência do STIM e os tratamentos são o uso ou não de ferramenta adaptativa.

Como o resultado está diretamente ligado ao experimento anterior este pode ser uma ameaça a sua validade.

### **Apresentação e Empacotamento**

Os resultados obtidos foram documentados na sessão 4.2.2, onde foram dispostos em tabelas e gráficos para facilitar o entendimento.

## 4.2 Resultados

### 4.2.1 Estudo da Eficácia

Os resultados dos testes dos dois grupos de alunos estão representados na tabela 2 e servirão como entrada para o estudo estatístico que indicará a significância do resultado obtido no experimento. Na figura 28 estão representadas as médias das notas dos dois grupos.

Tabela 2. Notas dos aprendizes na avaliação.

Grupo1	Grupo 2
7	7
8	10
7	8
6	7
7	8

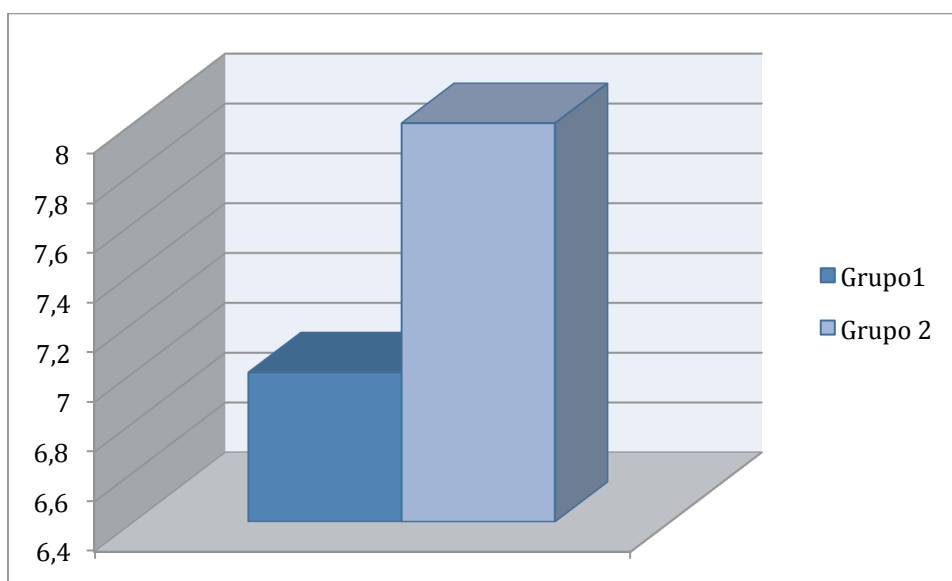


Figura 28. Médias dos grupos

Para a análise dos dados foi usado o aplicativo StatPlus<sup>3</sup> integrado ao Microsoft Excel 2011. O resultado do teste T pareado pode ser visto na tabela 3.

**Tabela 3.** Teste T pareado do experimento de eficácia

***Estatística Descritiva***

<b>VAR</b>	<i>Tamanho da amostragem</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
<b>Grupo 1</b>	5	7,0	0,5
<b>Grupo 2</b>	5	8,0	1,5

***Resumo***

<b><i>Graus de liberdade</i></b>	4	<i>Diferença Suposta das Médias</i>	0,E+0
<b><i>Teste Estatístico</i></b>	3,16228	<i>Variância Associada</i>	1

***Distribuição monocaudal***

<b><i>p-level</i></b>	0,00807	<i>valor crítico T (5%)</i>	2,13185
-----------------------	---------	-----------------------------	---------

A média do grupo 1, grupo que estudou pela ferramenta linear, foi 7,0 enquanto a média do grupo 2, que por sua vez utilizou o sistema híbrido, foi de 8,0.

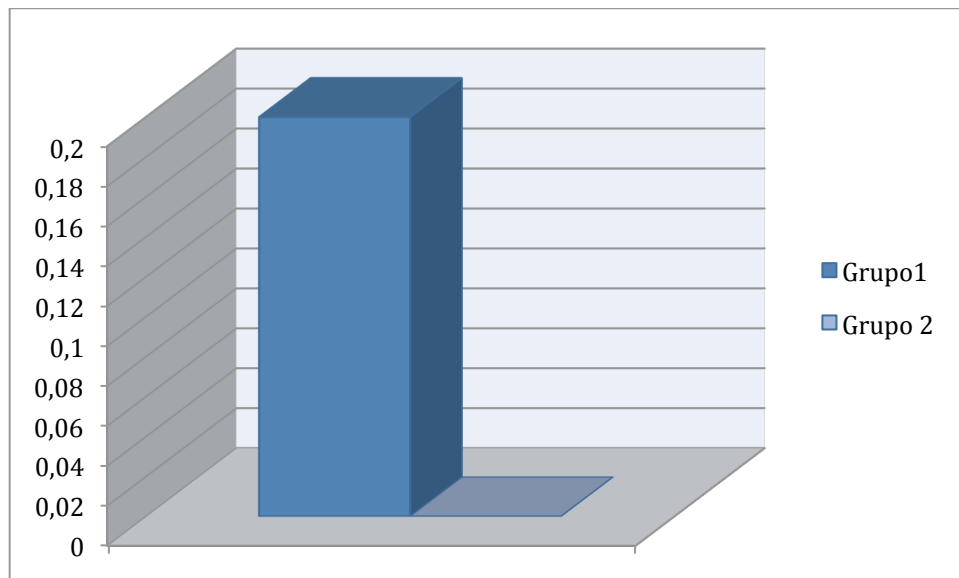
<sup>3</sup> statplus - <http://www.analystsoft.com/en/products/statplus/>

Porém, a comparação direta das médias não comprova a hipótese que alunos treinados com a ferramenta adaptativa tendem a obter melhores resultados nas avaliações.

É por este motivo que utilizamos o teste T pareado, que leva em consideração o teste estatístico e o desvio padrão. Como o valor do teste estatístico foi 3,16228, isso significa que a média dos valores estudados está a 3,16228 desvios-padrão da média de  $H_0$ . Como para o valor crítico de 5%, o valor encontrado é maior que a região crítica situada em 2,13185, podemos concluir que a hipótese  $H_0$  é rejeitada e que a média dos aprendizes treinados pela ferramenta inteligente é maior que a dos treinados pelo sistema linear.

#### 4.2.2 Estudo da eficiência

Na figura 29 estão representadas as médias da quantidade de usuários que obtiveram nota inferior a nota de aprovação em cada grupo e por conta disto teriam que ser retreinados. Esta métrica foi usada para verificar a eficiência do STIM, que visa minimizar o retreinamento.



**Figura 29.** Médias das quantidades de usuários que não obtiveram nota 7.

O resultado do teste estatístico usado para verificar a hipótese do experimento está representado na tabela 4.

Tabela 4. Teste T pareado do experimento de eficiência

**Estatística Descritiva**

<b>VAR</b>	<i>Tamanho da amostragem</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
<b>Grupo 1</b>	5	0,2	0,2
<b>Grupo 2</b>	5	0	0

**Resumo**

<b>Graus de liberdade</b>	4	<i>Diferença Suposta das Médias</i>	0,E+0
<b>Teste Estatístico</b>	1,0	<i>Variância Associada</i>	0,1

**Distribuição bicaudal**

<b>p-level</b>	0,3739	<i>valor crítico T (5%)</i>	2,77645

Apesar da média do grupo 1, que usou o sistema linear, ser diferente do grupo 2, que obteve o treinamento com a ferramenta STIM, não podemos descartar a hipótese nula, pois o resultado estatístico está dentro da região de aceitação de H0. Como a hipótese H0 foi aceita, podemos concluir que a diferença não foi significativa e portanto suas eficiências foram consideradas equivalentes para este experimento.

# Capítulo 5 Conclusão e Trabalhos Futuros

## Futuros

Nesta monografia foi criado um sistema híbrido com interface multimídia que utiliza o mecanismo de texto para fala (*textToSpeech*), da API do google tradutor, para o ensino do idioma inglês. Esta API permite o uso de áudio durante os treinamentos sem a necessidade da criação prévia dos arquivos de som, o que representa um avanço nos treinamentos de línguas mediados por computador e uma maior produtividade no desenvolvimento do conteúdo pedagógico em formato digital. Na representação do conhecimento do aprendiz foi usado a lógica difusa, com intuito de contornar problemas relacionados a incerteza do estado atual do conhecimento do aluno, tornando assim, o sistema mais adaptável ao desempenho de cada usuário.

O uso do STIM visa aumentar a eficácia e a eficiência do treinamento de aprendizes, refletindo no resultado final. Passa-se a ter uma maior absorção do conhecimento por parte dos mesmos e uma diminuição do uso do tempo, reduzindo a necessidade de um retreinamento em caso de reprovação.

Os resultados obtidos nos experimentos ratificaram o que já era esperado do ponto de vista pedagógico, que os treinamentos personalizados tendem a ser mais eficazes que treinamentos convencionais. Porém, para este experimento, sua eficiência foi equivalente aos sistemas lineares. Isto nos leva a concluir que o STIM obteve um aumento de eficácia sem perda de eficiência em relação aos sistemas não adaptativos e que a individualização e adaptação do tipo de conteúdo tornou o processo ensino-aprendizagem mais agradável para o aprendiz.

O STIM mostrou um potencial comercial enorme, já que é bastante significativa a quantidade de pessoas que atualmente têm o interesse de aprender inglês como seu segundo idioma. Porém seu uso é muito mais amplo, já que seu funcionamento independe do conteúdo a ser estudado. Este fato possibilita a construção de qualquer tipo de curso, não apenas de idiomas, sem limites no número de usuários, limitações de estruturas físicas, problemas com a distribuição

geográfica dos aprendizes e com os benefícios que um treinamento particular proporciona.

## 5.1 Contribuições

Foi desenvolvida uma ferramenta inteligente que, futuramente, pode se tornar um produto voltado ao mercado educacional. Devido ao grande número de pessoas que necessitam aprender um segundo idioma, a modalidade Ensino a distância (EAD) se torna indicada e junto a técnicas de computação inteligente formam a base do sistema híbrido proposto.

O uso de lógica difusa na escolha do conteúdo que será apresentado pelo sistema, baseado nas características do aprendiz, também é uma contribuição deste projeto.

## 5.2 Discussão

Este trabalho pode ser um ponto de partida para a criação de uma nova linha de pesquisa no curso de engenharia da computação (eComp) e no grupo de inteligência computacional (CIRG) da UPE, na área de computação inteligente voltada para a educação. Neste contexto podem ser abordados temas como sistemas multiagentes, sistemas tutores inteligentes, informática na educação e educação a distância.

Uma das principais dificuldades encontradas neste trabalho foi a de encontrar exemplos de STI construídos com código fonte aberto, para que fosse possível estudar o seu desenvolvimento. Além disso, a produção do conteúdo que foi exibido pelo tutor demandou um tempo maior do que o esperado. A falta de tempo foi outro fator que dificultou o desenvolvimento deste trabalho, uma vez que o mesmo foi desenvolvido em paralelo a outras disciplinas, projetos e outras atividades extra-pesquisa.

Com o projeto, foi possível verificar que a complexidade da construção de uma solução comercial baseada em STI é realmente alta e conseqüentemente seu custo seria proporcional.

## 5.3 Trabalhos Futuros

Para trabalho futuro, é sugerido implementar o STI utilizando uma abordagem multiagente, uma linha de pesquisa que vem se consolidando cada vez mais (BICA, 1999) (BICA; VICARI, 2006) , o que torna o sistema ainda mais robusto.

Também seria válido implementar um agente afetivo que possa acompanhar o aprendiz durante seus estudos, podendo dar *feedbacks* e dicas das dificuldades encontradas pelo aluno. Assim como sistemas multiagentes para educação, os agentes afetivos também são fontes de forte pesquisa (FROZZA et al., 2007) e que poderiam usar a lógica difusa em sua construção.

Experimentos com uma quantidade maior de usuários para obter resultados estatísticos mais robustos também é uma sugestão.

Outro ponto sugerido é o estudo da influência do conteúdo multimídia no resultado do desempenho de aprendizes que utilizam sistemas tutores inteligentes.

Por fim, poder-se-ia desenvolver um Framework específico para sistemas tutores inteligentes, o que em muito agilizaria a produção de sistemas de uso pedagógico que capitalizassem na capacidade de adaptação e flexibilidade das técnicas de inteligência computacional e artificial.



# Bibliografia

ADOBE. Action Message Format - AMF 3. **Adobe Systems Inc**, 2006.

ALLEN, C.; ARNOLD, W.; BALKAN, A.; et al. ExPloring Open Source Flash: What'S Available. **The Essential Guide to Open Source Flash Development**. p.7-17. Apress. Retrieved from [http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4302-0994-2\\_2](http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4302-0994-2_2), 2008.

ANTONIO, F.; GOMIDE, C.; GUDWIN, R. R. MODELAGEM , CONTROLE , SISTEMAS E LÓGICA FUZZY. **SBA Controle & Automação**, v. 4, 1994.

BICA, F. Eletrotutor III-Uma Abordagem Multiagente para o Ensino à Distância. **Porto Alegre: CPGCC da UFRGS**, 1999.

BICA, F.; VICARI, R. V. R. M. Projeto de um Agente Fuzzy para Inferir a Auto-Eficácia do Aluno no Contexto de Sistemas Tutores Inteligentes. **America**, v. 4, n. 6, p. 423-428, 2006.

BOENTE, A. N. P. **Um Modelo Fuzzy para Avaliação da Qualidade de Produtos de Software e da Satisfação dos Gerentes de Projetos numa Fundação Pública Estadual**. UNIVERSIDADE ESTÁCIO DE SÁ, 2009.

BRANSFORD, J. D. **How People Learn** (S. M. Donaovan, John D Bransford, & J. W. Pellegrino, Eds.)**Psychology**. v. 7, p.374. National Academy Press, 2003.

BROWN, A. Modelling a Real World System and Designing a Schema to Represent It. IFIP TC-2 Special Working Conference on Data Base Description. **Anais...** p.339-348, 1975.

C WOHLIN, P RUNESON, M HÖST, M. O. **Experimentation in software engineering: an introduction**. Kluwer Academic Publishers, 2000.

CARMEM, E.; CARLOS, A. OS ENTRAVES NO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM DA LÍNGUA INGLESA. **English**, p. 1-9, 1961.

CHRISTINA, A.; NASCIMENTO, D. A. **Princípios de design na elaboração de material multimídia para a Web**. p.1-7, 2005.

CLARK, C.; GRUBA, P. The use of social networking sites for foreign language learning: An autoethnographic study of Livemocha. Curriculum technology transformation for an unknown future. **Anais...** p.164-173. Ascilite. Retrieved from <http://ascilite.org.au/conferences/sydney10/procs/Cclark-full.pdf>, 2010.

DELISLE, M. MySQL Database. (D. Chittar, Ed.)**Image Rochester NY**, p. 105. Packt Publishing. Retrieved from <http://www.packtpub.com>, 2006.

FOWLER, D. G. **A model for designing intelligent tutoring systems.** *Journal of Medical Systems*. v. 15, p.47-63, 1991.

FREEDMAN, R. What is an intelligent tutoring system. *ACM Intelligence*, v. 11, n. 3, p. 15–16. Citeseer, 2000.

FROZZA, R.; KONZEN, A.; MAINIERI, A. G.; et al. **Agentes tutor e companheiro em um ambiente educacional baseado em estilos cognitivos**, 2007.

GAMBOA, H.; FRED, A. Designing intelligent tutoring systems: a bayesian approach. *Enterprise information systems III*. p.146. Springer Netherlands, 2002.

GAMMA, E.; HELM, R.; JOHNSON, R.; VLISSIDES, J. **Design patterns: elements of reusable object-oriented software** (B. Kernighan, Ed.) *Design*. Addison-Wesley, 1995.

Giraffa.L. **Uma arquitetura de tutor utilizando estados mentais**. UFRS, 1999.

GREENO, J. G.; COLLINS, A. M.; RESNICK, L. B. Cognition and learning. In: D. C. Berliner; R. C. Calfee (Eds.); **Handbook of educational psychology**. v. 77, p.15-46. Macmillan. doi: 10.1348/000709906X156881, 1996.

HALL, C. **PureMVC - Implementation Idioms and Best Practices**. Retrieved from [http://puremvc.org/component/option,com\\_wrapper/Itemid,174/](http://puremvc.org/component/option,com_wrapper/Itemid,174/), 2008.

IFPB, F. M. Arquiteturas de Suporte à Aprendizagem Colaborativa Sensível ao Contexto. Learning. **Anais...** v. 1, p.1-19, 2010.

KAVCIC, A. Fuzzy User Modeling for Adaptation in Educational Hypermedia. **IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)**, v. 34, n. 4, p. 439-449. doi: 10.1109/TSMCC.2004.833294, 2004.

LEAL, M. R. **A Formação do professor da lingua inglesa para atuar no ensino fundamental**. PUCPR, 2003.

LOTT, J.; PATTERSON, D. **Advanced ActionScript 3 with Design Patterns** *Design*. Adobe Press. Retrieved from <http://www.amazon.com/Advanced-ActionScript-3-Design-Patterns/dp/0321426568>, 2006.

MCTAGGART, J. Intelligent Tutoring System and Education for the Future. **Literature Review**, 2001.

MIZUKAMI, M. DA G. N. **ENSINO : As abordagens do processo**, 1986.

NIELSEN, J. **Usability Engineering** (W. Weber, Ed.) *Kompendium Informationsdesign*. p.321-358. Academic Press. doi: 10.1007/978-3-540-69818-0, 1993.

NKAMBOU, R. Using fuzzy logic in ITS-course generation. **Proceedings Ninth IEEE International Conference on Tools with Artificial Intelligence**, p. 190-193. IEEE Comput. Soc. doi: 10.1109/TAI.1997.632255, 1997.

OREY, M. A.; NELSON, W. A. Development principles for intelligent tutoring systems: Integrating cognitive theory into the development of computer-based instruction. **ETRD**, v. 41, n. 3, p. 59-72. doi: 10.1007/BF02297092, 1993.

PEDRYCZ, W. **Fuzzy Control and Fuzzy Systems**. p. Research Studies Press Ltd.- Taunton\ Somerset. John Wiley & Sons. Retrieved from <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=529624>, 1993.

PUGLIESI, J. B.; REZENDE, S. O. Intelligent hybrid system for a training and teaching environment. Proceedings Third International Conference on Computational Intelligence and Multimedia Applications. ICCIMA'99 (Cat. No.PR00300). **Anais...** p.148-152. IEEE Comput. Soc. doi: 10.1109/ICCIMA.1999.798519, 1999.

RODRIGUES, M. F. D. S. **Proposta de uma Framework para Desenvolvimento de Sistemas Tutores Inteligentes**. Universidade do Minho, 2007.

RUSSELL, S.; NORVIG, P. **Artificial Intelligence: A Modern Approach** **International Dental Journal**. v. 60, p.269-72. Prentice Hall. doi: 10.1007/s11894-010-0163-7, 2003.

SANDRI, S. Lógica Nebulosa. **INPE**, 1999.

SILVA, S. A.; DIAS, N. **Anuário Brasileiro Estatístico de Educação Aberta e a Distância**. p.192. Retrieved from [http://www.abraead.com.br/anuario/anuario\\_2008.pdf](http://www.abraead.com.br/anuario/anuario_2008.pdf)., 2008.

Silva.A. **TUTA – Um Tutor Baseado em Agentes no Contexto do Ensino a Distância**. UFPB, 2000.

SKINNER, B. Teaching machines. **Science**, v. 128, n. 3330, p. 969-977. JSTOR, 1958.

SLEEMAN, D. H.; BROWN, J. S. Review of Intelligent Tutoring Systems. **Artificial Intelligence**, v. 26, n. 2, p. 238-245, 1985.

SUPPES, P. Some theoretical models for mathematics learning. **Journal of Research and Development in Education**, v. 1, p. 5-22, 1967.

UHR, L. Teaching machine programs that generate problems as a function of interaction with students. Proceedings of the 1969 24th ACM National Conference. **Anais...** p.125-134. ACM, 1969.

ULLMAN, L. **PHP 5 Advanced**. Peachpit Press, 2007.

VICCARI, R. M. **Um Tutor Inteligente para a programação em Lógica - Idealização, Projeto e Desenvolvimento**. Universidade de Coimbra, 1990.

WANG, L. X. **A course in fuzzy systems and control** Design. p.118-127. Prentice-Hall, Inc. Upper Saddle River, NJ, USA, 1996.

WENGER, E. **Artificial intelligence and tutoring systems: computational and cognitive approaches to the communication of knowledge**. Morgan Kaufmann Publishers Inc. San Francisco, CA, USA, 1987.

WOOLF, B. P. Intelligent multimedia tutoring systems. **Communications of the ACM**, v. 39, n. 4, p. 30-31. doi: 10.1145/227210.227217, 1996.

ZADEH, L. A. Fuzzy sets. (R. R. Yager, S. Ovchinnikov, R. M. Tong, & H. T. Nguyen, Eds.) **Information and Control**, v. 8, n. 3, p. 338-353. Prentice Hall PTR Upper Saddle River, NJ, USA. doi: 10.1016/S0019-9958(65)90241-X, 1965.

ZADEH, L. A. Fuzzy logic=computing with words. **IEEE Trans Fuzzy Systems**, v. vol, p. 4pp103-111, 1996.

# Apêndice A – Descrições dos Caso de Uso

RF-01 Fazer Matrícula	
<b>Nome:</b>	Fazer Matrícula
<b>Descrição:</b>	O sistema deverá permitir que qualquer usuário informe seus dados para que o mesmo seja cadastrado.
<b>Atores:</b>	Aprendiz.
<b>Prioridade:</b>	Essencial
<b>Requisitos associados:</b>	
<b>Entradas</b>	5.Dados do usuário que serão cadastrados no sistema.
<b>Saídas:</b>	6.Status do cadastramento.
<b>Pré-condições:</b>	7.O usuário não estar cadastrado no sistema.
<b>Pós-condições:</b>	8.Mostrar na tela de confirmação o status do cadastramento do funcionário.
Fluxos de eventos	
<b>Fluxo principal:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O usuário seleciona a opção de fazer matrícula.</li> <li>2. O sistema exibe a tela de cadastro.</li> <li>3. O usuário preenche os campos do formulário com seus dados.</li> <li>4. O usuário confirma a operação.</li> <li>5. O sistema verifica a existência do usuário na base de dados (E1).</li> <li>6. O sistema cadastra o usuário na base de dados, caso não esteja cadastrado (E2).</li> <li>7. É exibida ao usuário uma tela informando que a operação foi realizada com sucesso.</li> </ol>

<b>Fluxo de Exceção:</b>	<p>E1 - No item 5 do fluxo principal, se o usuário existir na base de dados, será mostrado uma tela de mensagem avisando da existência do mesmo. O sistema volta para o passo 2, e o caso de uso reinicia.</p> <p>E2 - O sistema informa que o tempo limite de resposta foi atingido e o caso de uso termina.</p>
--------------------------	---

<b>RF-02 Logar.</b>	
<b>Nome:</b>	Logar.
<b>Descrição:</b>	Todo usuário do sistema deverá ser identificado através de um login e a senha para que ele possa ter acesso às funcionalidades oferecidas.
<b>Ator:</b>	Aprendiz
<b>Prioridade:</b>	Essencial
<b>Requisitos associados:</b>	RF-01
<b>Entradas</b>	✓ Login 9.Senha
<b>Saídas:</b>	10. <i>Status</i> da situação (logado ou não).
<b>Pré-condições:</b>	11. O usuário ter feito a matrícula
<b>Pós-condições:</b>	12. Mostrar a tela para assistir aula.
<b>Fluxos de eventos</b>	
<b>Fluxo principal:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O usuário informa o login e senha.</li> <li>2. Solicita o serviço de login no sistema a partir de sua interface(E1).</li> <li>3. O sistema verifica se o login e a senha estão corretos.(E2)</li> <li>4. O sistema registra uma nova sessão para o usuário.</li> </ol>

<b>Fluxo de Exceção:</b>	<p>E1 - No item 2 do fluxo principal, o usuário não está cadastrado ou a identificação não é válida. O sistema informa que não foi possível logar e o caso de uso termina.</p> <p>E2 - O sistema informa que o tempo limite de resposta foi atingido e o caso de uso termina.</p>
--------------------------	---

<b>RF-03 Assistir Aulas</b>	
<b>Nome:</b>	Assistir Aulas
<b>Descrição:</b>	O usuário poderá ver e navegar entre os conteúdos que estão disponibilizados .
<b>Atores:</b>	Aprendiz.
<b>Prioridade:</b>	Essencial
<b>Requisitos associados:</b>	RF -02, RF-04
<b>Entradas</b>	13. Conteúdo a ser aberto 14. Identificação do usuário.
<b>Saídas:</b>	15. O conteúdo pedido
<b>Pré-condições:</b>	16. O usuário estar matriculado e logado.
<b>Pós-condições:</b>	17. Mostrar na tela o conteúdo para ser visto ou revisado.
<b>Fluxos de eventos</b>	
<b>Fluxo principal:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O usuário é direcionado para o primeiro conteúdo disponível.</li> <li>2. O usuário interage com o conteúdo.</li> <li>3. Ao final das interações o sistema disponibiliza o botão de “próximo” para que o usuário passe para o próximo conteúdo</li> <li>4. O sistema guarda na base de dados a informação que diz qual conteúdo o usuário já viu.</li> </ol>

<p><b>Fluxo secundário:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No item 1, se o usuário já começou a aula, ele é redirecionado para próximo conteúdo , considerando o último visto e o caso de uso continua.</li> <li>No item 3, se o conteúdo for o último da aula o caso de uso termina, o sistema guarda na base de dados que o usuário já olhou a aula inteira e o caso de uso RF-04 é iniciado.</li> </ul>
<p><b>Fluxo de Exceção:</b></p>	<p>E1 - O sistema informa que o tempo limite de resposta foi atingido e o caso de uso termina.</p>

<p><b>RF-04 Fazer exercício</b></p>	
<p><b>Nome:</b></p>	<p>Fazer exercício</p>
<p><b>Descrição:</b></p>	<p>O usuário deverá fazer um exercício (que pode ser um jogo ou questionário) para ser avaliado pelo sistema .</p>
<p><b>Atores:</b></p>	<p>Aprendiz.</p>
<p><b>Prioridade:</b></p>	<p>Essencial</p>
<p><b>Requisitos associados:</b></p>	<p>RF -02, RF 03, RF 05, RF 06</p>
<p><b>Entradas</b></p>	<p>18. Indicação de qual aula foi finalizada 19. Identificação do usuário.</p>
<p><b>Saídas:</b></p>	<p>20. Status da aptidão do aluno (apto ou não)</p>
<p><b>Pré-condições:</b></p>	<p>21. O usuário estar matriculado e logado. 22. O usuário ter terminado o caso de uso RF 03</p>
<p><b>Pós-condições:</b></p>	<p>23. Exibir a aula de revisão ou aviso de que o usuário terminou determinada aula.</p>
<p><b>Fluxos de eventos</b></p>	

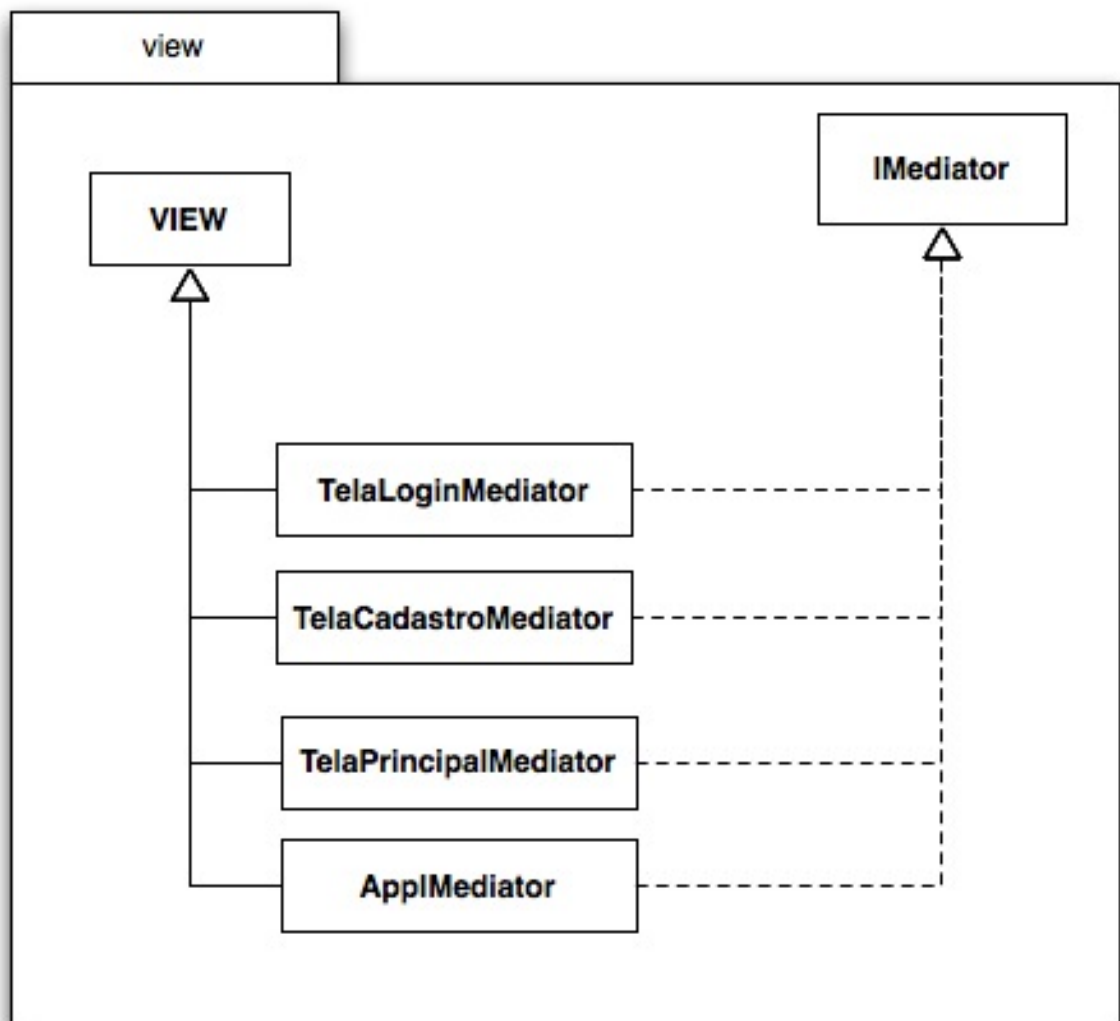


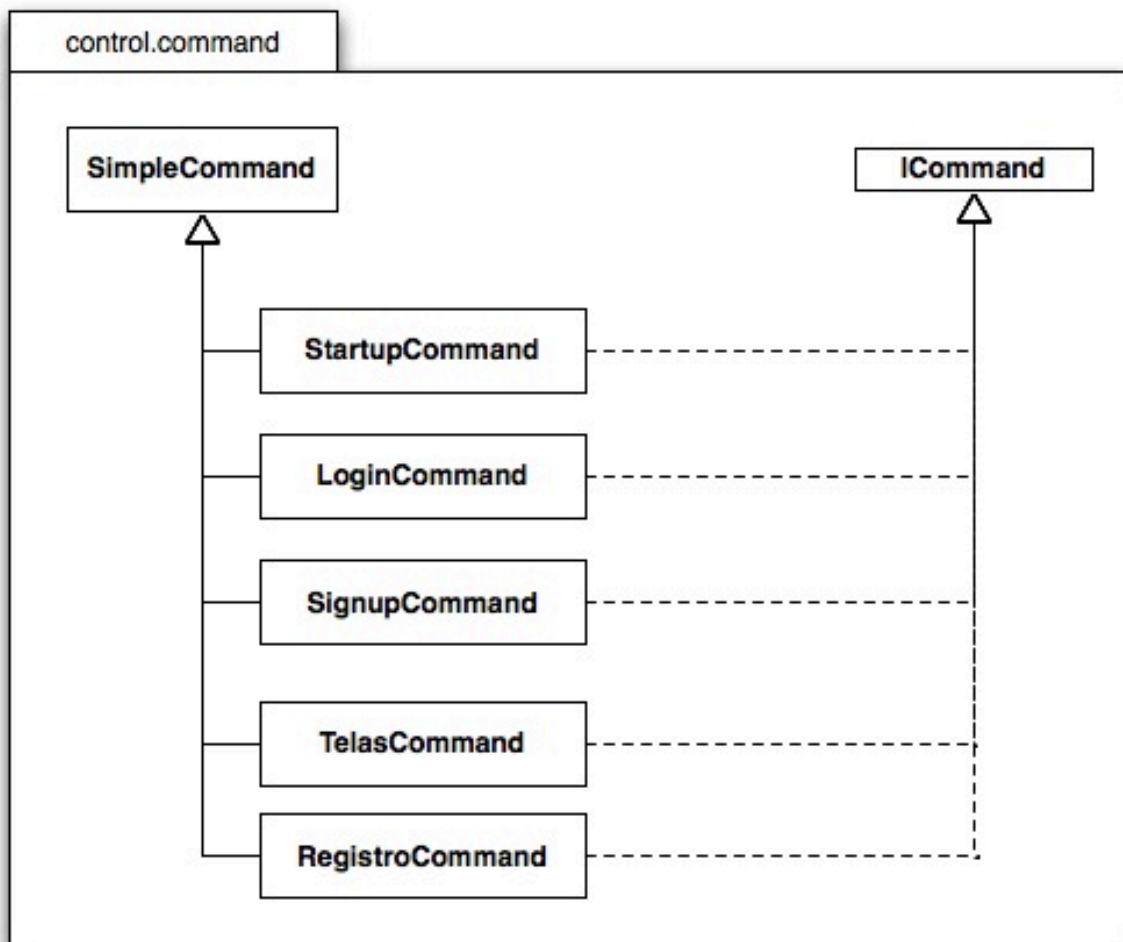
<p><b>Fluxo principal:</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O sistema verifica a existência de um jogo para fixação do assunto.</li> <li>2. O sistema inicia ao caso de uso RF 05</li> <li>3. O sistema verifica a existência de um quiz para avaliação</li> <li>4. O sistema inicia o caso de uso RF 06</li> <li>5. O sistema pega os resultados do RF 06 e infere sobre a aptidão do usuário.</li> <li>6. O usuário visualiza o aviso de que está apto para passar para a próxima aula.</li> <li>7. O sistema reinicia o caso de uso RF 03 passando como parâmetro a próximo conteúdo a ser visto.</li> </ol>
<p><b>Fluxo secundário:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No item 1, se o usuário não existir o jogo, pular para o item 3.</li> <li>• No item 3, se não houver quiz, o sistema levanta um erro e encerra o caso de uso.</li> <li>• No item 5, se o usuário não for apto, o sistema reinicia o caso de uso RF 03 passando como parâmetro o mesmo conteúdo que o usuário estava antes.</li> <li>• No item 5, se não houver mais aula para ser vista, o usuário recebe o aviso que finalizou todas as aulas e o caso de uso encerra.</li> </ul>
<p><b>Fluxo de Exceção:</b></p>	<p>E1 - O sistema informa que o tempo limite de resposta foi atingido e o caso de uso termina.</p>

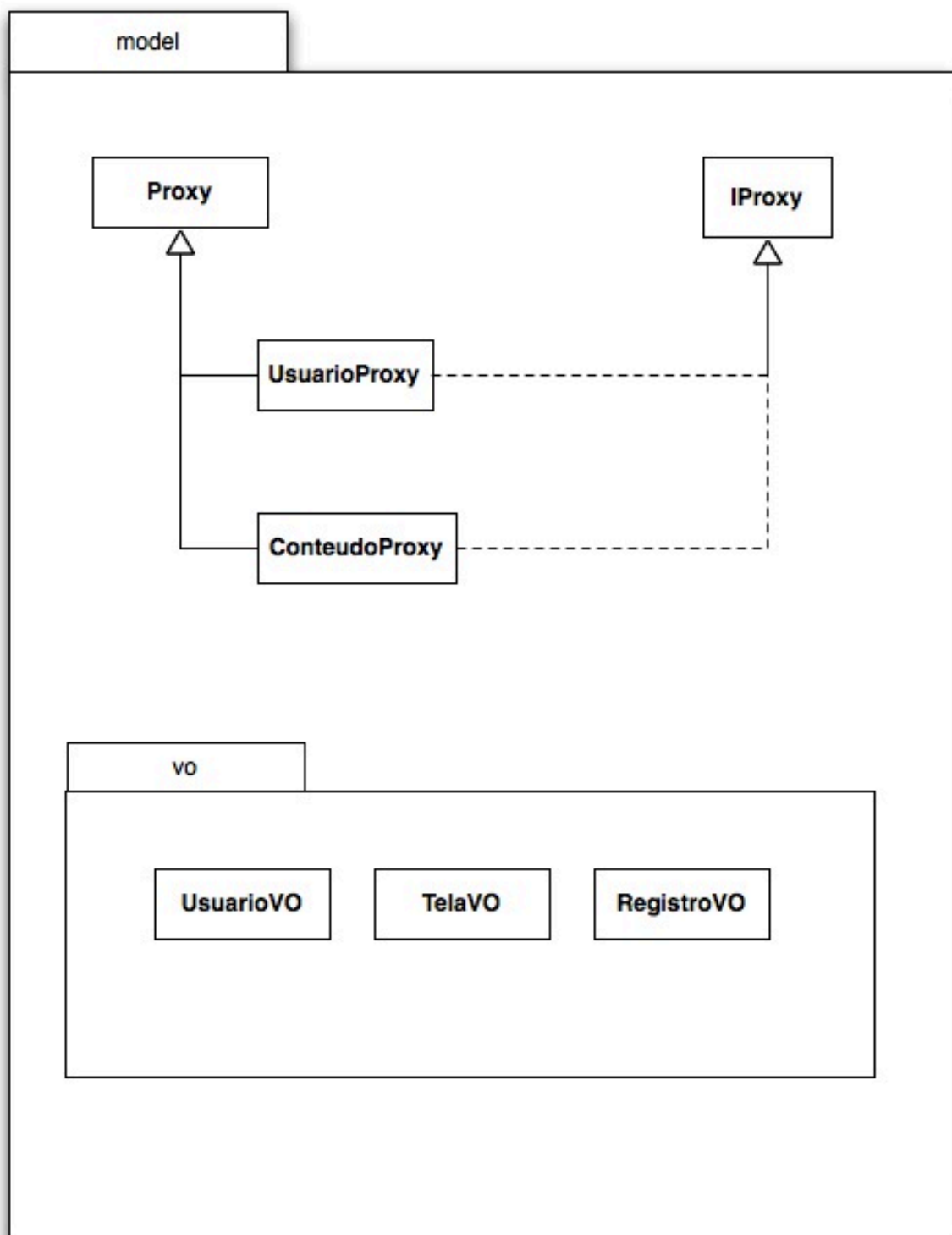
<b>RF-05 Jogar</b>	
<b>Nome:</b>	Jogar
<b>Descrição:</b>	Este caso de uso exibe um jogo para que o usuário faça uma revisão do assunto estudado nos conteúdos.
<b>Atores:</b>	Aprendiz.
<b>Prioridade:</b>	Importante
<b>Requisitos associados:</b>	RF -02, RF 03, RF 04
<b>Entradas</b>	24. Indicação de qual aula foi finalizada 25. Identificação do usuário.
<b>Saídas:</b>	26. Tempo utilizado no caso de uso 27. Respostas das interações do aluno com o jogo (erros e acertos)
<b>Pré-condições:</b>	28. O usuário estar matriculado e logado. 29. O usuário ter terminado o caso de uso RF 03
<b>Pós-condições:</b>	30. Exibir tela de encerramento do caso de uso
<b>Fluxos de eventos</b>	
<b>Fluxo principal:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O usuário é direcionado para o jogo disponível.</li> <li>2. O usuário interage com o jogo.</li> <li>3. O sistema guarda na base de dados as respostas das interações do usuário (erros e acertos).</li> <li>4. O sistema contabiliza o tempo de uso do jogo e guarda na base de dados.</li> <li>5. É exibida ao usuário uma tela para avisar a finalização do jogo.</li> </ol>
<b>Fluxo secundário:</b>	

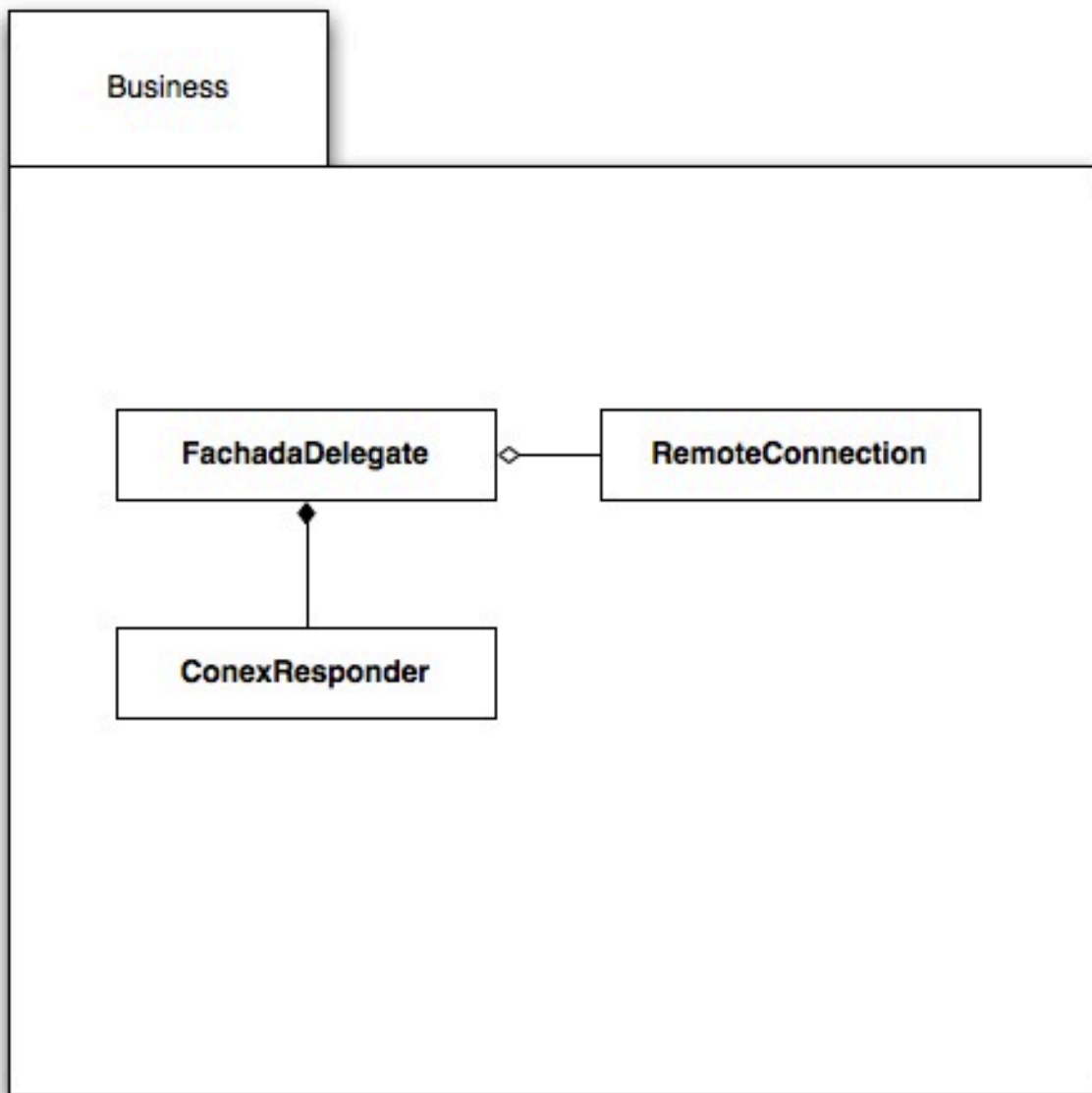
<b>RF-06 Responder Questionário</b>	
<b>Nome:</b>	Responder Questionário
<b>Descrição:</b>	Este caso de uso exibe um questionário para que o seja avaliado pelo sistema em relação aos conteúdos estudados.
<b>Atores:</b>	Aprendiz.
<b>Prioridade:</b>	Importante
<b>Requisitos associados:</b>	RF -02, RF 03, RF 04
<b>Entradas</b>	31. Indicação de qual aula foi finalizada 32. Identificação do usuário.
<b>Saídas:</b>	33. Tempo gasto em cada pergunta 34. Respostas das perguntas
<b>Pré-condições:</b>	35. O usuário estar matriculado e logado. 36. O usuário ter terminado o caso de uso RF 03
<b>Pós-condições:</b>	37. Exibir tela de encerramento do caso de uso
<b>Fluxos de eventos</b>	
<b>Fluxo principal:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O usuário é direcionado para o quiz.</li> <li>2. O sistema sorteia e recupera da base de dados a pergunta que será exibida.</li> <li>3. O usuário responde a pergunta.</li> <li>4. O sistema guarda na base de dados as respostas do usuário .</li> <li>5. O sistema exibe um feedback para cada resposta dada de acordo com o erro ou acerto da mesma.</li> <li>6. O sistema contabiliza o tempo que o usuário passou na pergunta e guarda na base de dados.</li> <li>7. O sistema repete 10 vezes do item 2 ao 4.</li> <li>8. É exibida ao usuário uma tela para avisar a finalização do quiz.</li> </ol>
<b>Fluxo secundário:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No item 3, se o usuário errar a resposta, o sistema excuta os itens 4 e 5 e volta para o 3, isto é, continua na mesma pergunta até o usuário acertar a resposta.</li> <li>• No item 7, se houver menos de 10 perguntas na base de dados, o sistema vai repetir a mesma quantidade de vezes que for a quantidade de perguntas na base</li> </ul>

## Apêndice B - Diagrama de Classe Conceitual

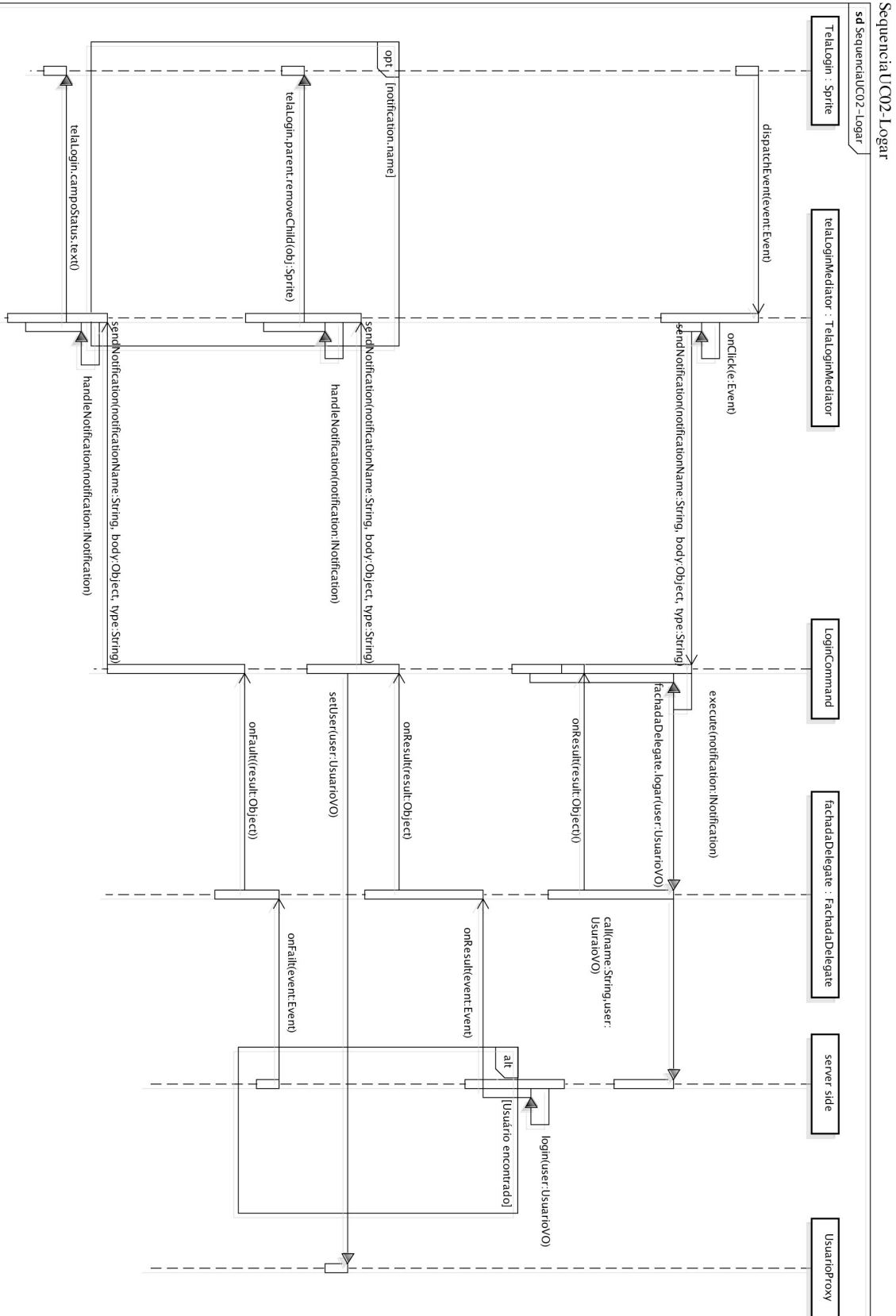








# Apêndice C - Diagrama de Sequência





SequencialUC03 Assistir Aulas

