

MARCIA CRISTINA DOS REIS

**UM MÓDULO DE IDENTIFICAÇÃO *ON-LINE* DO MODELO  
DO ALUNO BASEADO NOS ESTILOS COGNITIVOS DE  
APRENDIZAGEM**

Maringá  
2006

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

MARCIA CRISTINA DOS REIS

**UM MÓDULO DE IDENTIFICAÇÃO *ON-LINE* DO MODELO  
DO ALUNO BASEADO NOS ESTILOS COGNITIVOS DE  
APRENDIZAGEM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio R. P. da Silva

Maringá  
2006

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

R375u Reis, Marcia Cristina dos  
Um módulo de identificação on-line do modelo do aluno baseado nos estilos cognitivos de aprendizagem / Marcia Cristina dos Reis. -- Maringá : [s.n.], 2006.  
132 f. : il., figs.

Orientador : Prof. Dr. Sérgio Roberto P. da Silva.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá. Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, 2006.

1. Estilos cognitivos de aprendizagem. 2. Modelagem do aluno. 3. K-Nearest Neighbour. 4. Adaptação de conteúdo. 5. Informática na educação. 6. Ensino via web. 7. Inteligência artificial. I. Universidade Estadual de Maringá. Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação. II. Título.

004.21

MARCIA CRISTINA DOS REIS

**UM MÓDULO DE IDENTIFICAÇÃO *ON-LINE* DO MODELO  
DO ALUNO BASEADO NOS ESTILOS COGNITIVOS DE  
APRENDIZAGEM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação.

Aprovado em: 01/11/2006

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Sérgio Roberto P. da Silva  
Universidade Estadual de Maringá – UEM

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Tânia Fátima Calvi Tait  
Universidade Estadual de Maringá – UEM

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Milene Selbach Silveira  
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS

Aos meus pais, Gaspar dos Reis (*in memoriam*) e Antonia Clarice dos Reis, que me ensinaram com amor, carinho e dedicação valores como determinação, comprometimento e disciplina, como boa forma de vencer nossas próprias limitações e ampliar nossas fronteiras pessoais. Meu público reconhecimento e que Deus os abençoe em todos os momentos, onde quer que estejam.

## AGRADECIMENTOS

*“Posso todas as coisas naquele que me fortalece.” (Filipenses, 4:13)*

Muitas são as pessoas que me auxiliaram na construção desta dissertação, seja direta ou indiretamente. No entanto, não posso deixar de reconhecer que, sem a orientação e as bênçãos de Deus na minha vida, tudo teria sido em vão. Te agradeço Senhor, por mais uma etapa vencida. Obrigada por ter me concedido forças nos momentos difíceis, por ter iluminado os meus caminhos e por ter estado ao meu lado em todos os momentos.

Aos meus pais, Gaspar e Clarice, com suas orações, apoio e constante motivação, sempre presentes, como estímulos para a caminhada da minha vida. Embora, pela vontade de Deus, não possa ter ambos ao meu lado neste momento, sei que o meu querido pai, onde quer que ele esteja, se lhe for permitido, está muito feliz e orgulhoso por mais esta conquista. Amo vocês dois mais do que tudo nesta vida. Obrigada por tudo!

Ao meu orientador, Prof. Dr. Sérgio Roberto P. da Silva, pelos conhecimentos compartilhados, pelo incentivo, pela disponibilidade em sempre ajudar na melhoria da elaboração desta dissertação, pela confiança em mim depositada e pelo carinho e apoio nos momentos mais difíceis.

A todos os professores do Programa de Mestrado em Ciência da Computação que participaram desta jornada, compartilhando suas experiências e contribuindo para a minha formação.

Aos meus colegas de grupo de pesquisa e às pessoas com as quais tive oportunidade de conviver neste período, em especial à Josiane Melchiori Pinheiro Ferreira, por todas as palavras de apoio e motivação nos momentos difíceis.

Aos amigos mais próximos que estiveram presentes durante toda esta caminhada, em especial à minha amiga de todas as horas, Andressa Alexandre Mendes, à Aglaé de Lima Fierli, ao Everson Matias de Moraes e ao Fábio Pupo de Moraes.

Ao pessoal do Departamento de Informática da UEM, em especial à Maria Inês Davanço, pela atenção dada a todos os alunos diariamente.

Tudo tem seu tempo determinado, e há tempo para todo o propósito debaixo do céu: há tempo de nascer e tempo de morrer, tempo de plantar e tempo de colher, tempo de matar e tempo de curar, tempo de derrubar e tempo de construir, tempo de chorar e tempo de sorrir, tempo de espalhar pedras e tempo de juntar pedras, tempo de abraçar e tempo de afastar-se de abraçar, tempo de ganhar e tempo de perder, tempo de estar calado e tempo de falar, tempo de amar e tempo de aborrecer, tempo de guerra e tempo de paz... (Eclesiastes, 3:1-5)

## RESUMO

A Educação à Distância tem sido considerada, atualmente, como uma das mais importantes alternativas de ensino, graças, principalmente, ao potencial de comunicação da *Internet* e à sua dinâmica para disseminar informações. No entanto, apesar das inúmeras alternativas disponíveis para o desenvolvimento desses ambientes de aprendizagem, a maioria deles ainda apresenta seus conteúdos de forma estática para todos os tipos de alunos, com reduzida utilização de técnicas pedagógicas ou sem a preocupação com os diferentes estilos de aprendizagem causando, assim, desmotivação e desinteresse destes usuários. A apresentação do conteúdo adaptado aos diferentes tipos de alunos é uma alternativa importante para melhorar o aproveitamento do ensino via *Web*. Diante disto, propomos o desenvolvimento de um Módulo de Identificação *On-line* do Modelo do Aluno, baseado nos Estilos Cognitivos de Aprendizagem, o qual tem a função de possibilitar a apresentação do conteúdo educacional adaptado de acordo com as preferências e características individuais de cada usuário. Para o processo de identificação do estilo cognitivo do aluno, escolhemos trabalhar com um classificador *K-Nearest Neighbour*, utilizando como métrica de similaridade a Distância Euclidiana, por ser de fácil adaptação ao processo *on-line*.

**Palavras-Chave:** Estilos Cognitivos de Aprendizagem. *K-Nearest Neighbour*. Modelagem do Aluno. Adaptação de Conteúdo.

## ABSTRACT

The long-distance education has been considered, currently, as one of the most important education alternatives, mainly to the potential of communication of the internet and to its dynamics to spread information. However, despite the innumerable alternatives that we have for the development of these learning environments, most of them still present their contents in a static form for all types of students, with a reduced use of pedagogical techniques, or without concerning with the student different styles of learning, what cause lost of motivation and interest in the students. The presentation of a suitable content to different types of students is an important alternative to improve the exploitation of education in the web. In this work we propose the development of a module for the on-line identification of the student's model, based on the cognitive styles of learning. This model has the function of making it possible to presentation a personalizable educational content, in accordance with the preferences and individual characteristics of each student. For the process of identification student's cognitive style, we choose to work with a K-Nearest Neighbor classifier, using Euclidean Distance as a similarity metric, due to its easy adaptation to the on-line process.

**Key-words:** Cognitive Styles Learning. K-Nearest Neighbour. Student's Modelling. Content Adaptation.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	x
LISTA DE TABELAS E QUADROS.....	xi
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....	xii
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>18</b>
2.1 A Informática na Educação.....	19
2.2 Educação à Distância .....	21
2.3 Os Estilos Cognitivos de Aprendizagem (ECAs).....	22
2.3.1 O ECA Analógico-Analítico (AA).....	25
2.3.2 O ECA Concreto-Genérico (CG).....	26
2.3.3 O ECA Dedutivo-Avaliativo (DA) .....	26
2.3.4 O ECA Analítico-Sintético-Avaliativo (ASA).....	27
2.3.5 O ECA Relacional-Sintético (RS).....	28
2.4 Sistemas de Hipermídia Adaptativa (SHA).....	29
2.5 Sistemas de Hipermídia Adaptativas Educacionais (SHAEs) .....	31
2.5.1 O Modelo do Domínio .....	32
2.5.2 O Modelo do Usuário.....	33
2.5.3 O Modelo de Adaptação.....	37
2.5.4 Níveis de Adaptação .....	37
2.6 Aprendizagem de Máquina na Modelagem de Usuários .....	39
2.6.1 Aprendizagem Baseada em Instâncias .....	43
2.6.1.1 O Método de K-Nearest Neighbour .....	43
<b>3 UMA ARQUITETURA PARA UM SISTEMA DE HIPERMÍDIA ADAPTATIVA EDUCACIONAL .....</b>	<b>46</b>
3.1 Arquitetura Básica de um SHAE.....	47
3.1.1 O Módulo de Conteúdo Educacional .....	49
3.1.2 O Módulo de Adaptação .....	51
3.1.3 A Interface Pedagógica Adaptativa.....	52
3.1.4 O Módulo de Identificação do Modelo do Aluno.....	53

<b>4 UM PROCESSO DE IDENTIFICAÇÃO E RECONHECIMENTO <i>ON-LINE</i> DO ECA.....</b>	<b>55</b>
4.1 O Processo Global de Identificação e Reconhecimento <i>On-line</i> do ECA.....	55
4.1.1 A Construção das Seções de Aprendizagem.....	57
4.1.2 A Construção das Trajetórias de Aprendizagem.....	58
4.1.3 A Atualização do Conjunto de Índices de Acesso .....	60
4.1.4 O Processo de Identificação e Reconhecimento do ECA .....	61
4.1.4.1 O Classificador K-Nearest Neighbour com Distância Euclidiana .....	63
<b>5 OS TESTES REALIZADOS E OS RESULTADOS OBTIDOS.....</b>	<b>66</b>
5.1.1 Resultados da Simulação Direcionada ao ECA AA .....	68
5.1.2 Resultados da Simulação Direcionada ao ECA CG.....	71
5.1.3 Resultados da Simulação Direcionada ao ECA DA .....	74
5.1.4 Resultados da Simulação Direcionada ao ECA ASA .....	76
5.1.5 Resultados da Simulação Direcionada ao ECA RS .....	78
5.1.6 Resultados da Simulação Mista CG.....	81
5.1.7 Resultados da Simulação Mista ASA .....	83
<b>6 CONCLUSÕES.....</b>	<b>87</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>91</b>
<b>A P Ê N D I C E S.....</b>	<b>96</b>
APÊNDICE A – Trajetória de Aprendizagem Direcionada ao ECA AA – RDs .....	97
APÊNDICE B – Trajetória de Aprendizagem Direcionada ao ECA AA – FAs.....	99
APÊNDICE C – Resultados do Cálculo da Distância Euclidiana – ECA AA – RDs.....	101
APÊNDICE D – Resultados do Cálculo da Distância Euclidiana – ECA AA – FAs .....	103
APÊNDICE E – Trajetória de Aprendizagem Direcionada ao ECA CG – RDs.....	105
APÊNDICE F – Trajetória de Aprendizagem Direcionada ao ECA CG – FAs.....	107
APÊNDICE G – Resultados do Cálculo da Distância Euclidiana – ECA CG – RDs.....	109
APÊNDICE H – Resultados do Cálculo da Distância Euclidiana – ECA CG – FAs .....	111
APÊNDICE I – Trajetória de Aprendizagem Mista CG – Recursos Didáticos .....	113
APÊNDICE J – Trajetória de Aprendizagem Mista CG – Formas de Apresentação.....	118
APÊNDICE K – Resultados do Cálculo da Distância Euclidiana – Mista CG – RDs.....	123
APÊNDICE L – Resultados do Cálculo da Distância Euclidiana – ECA CG – FAs.....	128

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo clássico – Modelo do Usuário – Adaptação .....	31
Figura 2. Exemplo de Hierarquia de Conceitos.....	33
Figura 3. Modelo de Adaptação .....	37
Figura 4. Arquitetura Simplificada do SHAE Proposto .....	47
Figura 5. Arquitetura Detalhada do SHAE Proposto .....	48
Figura 6. Estrutura do Conteúdo Educacional – Modelo de Domínio .....	50
Figura 7. Estrutura do Módulo de Adaptação .....	52
Figura 8. Processo Global de Identificação e Reconhecimento <i>On-Line</i> do ECA.....	56
Figura 9. Construção de uma Seção de Aprendizagem.....	57
Figura 10. Construção de uma Trajetória de Aprendizagem.....	59
Figura 11. Atualização dos Índices de Acesso .....	60
Figura 12. O Processo Final de Identificação do ECA.....	62
Figura 13. Método da Roleta para a Geração de Trajetórias de Aprendizagem.....	64
Figura 14. Gráfico da Simulação Direcionada ao ECA AA – Recursos Didáticos.....	70
Figura 15. Gráfico da Simulação Direcionada ao ECA AA – Formas de Apresentação .....	70
Figura 16. Gráfico da Simulação Direcionada ao ECA CG – Recursos Didáticos.....	72
Figura 17. Gráfico da Simulação Direcionada ao ECA CG – Formas de Apresentação .....	73
Figura 18. Gráfico da Simulação Direcionada ao ECA DA – Recursos Didáticos.....	75
Figura 19. Gráfico da Simulação Direcionada ao ECA DA – Formas de Apresentação .....	75
Figura 20. Gráfico da Simulação Direcionada ao ECA ASA – Recursos Didáticos.....	77
Figura 21. Gráfico da Simulação Direcionada ao ECA ASA – Formas de Apresentação .....	78
Figura 22. Gráfico da Simulação Direcionada ao ECA RS – Recursos Didáticos.....	80
Figura 23. Gráfico da Simulação Direcionada ao ECA RS – Formas de Apresentação .....	80
Figura 24. Gráfico da Simulação Mista CG – Recursos Didáticos .....	83
Figura 25. Gráfico da Simulação Mista CG – Formas de Apresentação.....	83
Figura 26. Gráfico da Simulação Mista ASA – Recursos Didáticos.....	85
Figura 27. Gráfico da Simulação Mista ASA – Formas de Apresentação .....	86

## LISTA DE TABELAS E QUADROS

Quadro 1. Recursos Didáticos e Formas de Apresentação .....	22
Tabela 1. Índices de navegação das classes de ECA.....	23
Quadro 2. Exemplo de uma Seção de Aprendizagem construída pelo Agente Observador ...	58
Tabela 2. Índices de Navegação e de Tempo .....	61
Tabela 3. Exemplo do Cálculo da Distância Euclidiana .....	65
Tabela 4. Exemplo de uma Trajetória de Aprendizagem Direcionada ao ECA AA.....	67
Tabela 5. Navegação Padrão x Navegação Direcionada – AA .....	69
Tabela 6. Navegação Padrão x Navegação Direcionada - CG .....	71
Tabela 7. Navegação Padrão x Navegação Direcionada - DA.....	74
Tabela 8. Navegação Padrão x Navegação Direcionada - ASA.....	76
Tabela 9. Navegação Padrão x Navegação Direcionada – RS .....	79
Tabela 10. Interações da Simulação Mista CG.....	82
Tabela 11. Interações da Simulação Mista ASA .....	84

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AA	Estilo Cognitivo de Aprendizagem do tipo Analógico-Analítico
AM	Aprendizagem de Máquina
ASA	Estilo Cognitivo de Aprendizagem do tipo Analítico-Sintético-Dedutivo
BC	Base de Conhecimento
BIN	Base de Interações
CAI	Instrução Assistida por Computador – <i>Computer Aided Instruction</i>
CG	Estilo Cognitivo de Aprendizagem do tipo Concreto-Genérico
DA	Estilo Cognitivo de Aprendizagem do tipo Dedutivo-Avaliativo
EAD	Educação à Distância
ECA	Estilo Cognitivo de Aprendizagem
FA	Forma de Apresentação
IA	Inteligência Artificial
ICAI	Instrução Inteligente Assistida por Computador – <i>Intelligent Computer Aided Instruction</i>
HA	Hipermídia Adaptativa – <i>Adaptative Hypermedia</i>
RD	Recurso Didático
RS	Estilo Cognitivo de Aprendizagem do tipo Relacional-Sintético
SHA	Sistemas de Hipermídia Adaptativa – <i>Adaptative Hypermedia System</i>
SHAE	Sistema de Hipermídia Adaptativa Educacional
STIs	Sistemas de Tutores Inteligentes

*Capítulo 1***INTRODUÇÃO**

**A**s pesquisas em informática na educação têm evoluído bastante com a disponibilização de material didático na *Internet* e com o surgimento de cursos virtuais. A EAD (Educação à Distância) via *Web*, entre inúmeras outras vantagens, permite que o estudante não sofra as limitações de espaço e horário impostas pelas salas de aula presenciais, contribuindo, assim, para que muitas pessoas geograficamente afastadas tenham acesso a um mesmo curso.

A idéia de utilizar máquinas como ferramentas acadêmicas educacionais é anterior ao próprio aparecimento dos computadores. Mercado (2002, p. 96) afirma que esta idéia ganhou enorme força quando o acesso às máquinas se tornou viável. Diante disto, a principal preocupação sempre foi o desenvolvimento de sistemas que permitissem ao estudante interagir diretamente com a máquina. Segundo Almeida (1999), muitas experiências na tentativa de construir *softwares* de ensino foram realizadas ao longo dos anos, mas

fracassaram devido ao fato de serem simples retransmissores de conhecimento, não tendo qualquer preocupação com os diferentes perfis de seus usuários e com a efetiva aprendizagem.

As primeiras ferramentas educativas começaram a surgir na década de 60 e receberam a denominação de sistemas CAI (*Computer Aided Instruction* – Instrução Assistida por Computador). Tedesco e Souza (1999) afirmam que o objetivo destas ferramentas era permitir a interação entre estudantes e máquinas, auxiliando-os no processo de aprendizagem. Contudo, estes sistemas eram bastante limitados, pois não eram capazes de agir de acordo com o perfil de cada estudante e sempre transmitiam o conhecimento da mesma forma. No entendimento de Schreider, Castanho e Pianesso (2001), esta categoria de *software* era baseada no modelo educacional comportamentalista, onde o professor é a figura central do processo de ensino-aprendizagem e o aluno é uma figura passiva, o qual deve compreender os conteúdos passados pelo professor para, num segundo momento, responder as questões relacionadas ao assunto visto. Assim, este tipo de ambiente educacional apresentava apenas os conteúdos de forma estática e uniforme para todos os tipos de alunos, sem a utilização de nenhuma técnica pedagógica e sem a preocupação com seus diferentes estilos de aprendizagem. Neste contexto, o aprendiz era quem precisava se adaptar ao sistema e não o sistema ao estilo de aprendizado do aluno.

Diante disto, um aspecto importante nos sistemas de ensino para a *Web* é a questão da adaptabilidade do conteúdo aos diferentes perfis dos alunos. Segundo Oliveira (2003), a adaptação é especialmente relevante, porque as aplicações educacionais são destinadas a uma ampla variedade de estudantes e, em muitos casos, o aluno está interagindo com o sistema sozinho, ou seja, sem a assistência que um professor oferece em sala de aula.

Para tornar o sistema adaptado às características do aluno, ou seja, permitir um processo de ensino-aprendizagem personalizado, notou-se a necessidade de inserir

inteligência nos *softwares* educacionais. Com isso, as técnicas de Inteligência Artificial (IA) começaram a ser aplicadas nos programas desta categoria. Os primeiros sistemas educacionais que apresentaram certo grau de inteligência foram chamados de ICAI (*Intelligent Computer Aided Instruction* – Instrução Assistida por Computador Inteligente), ou seja, um CAI Inteligente. Segundo Chaiben (2001), os ICAI foram sistemas que possuíam uma rica representação do seu domínio, permitindo utilizar os seus conhecimentos de maneira não diretamente explicitada pelo projetista. Na visão de Rickel (2002), por meio da modelagem do aluno, os sistemas podiam personalizar a instrução, tornando a apresentação apropriada ao nível de conhecimento do estudante e ao seu modo de aprendizagem. Em contrapartida, Giraffa (1999, p. 17) afirma que:

Acrescentar um I à sigla CAI não significa apenas agregar técnicas de IA para a construção de sistemas tutores, mas inclui trabalhar de forma interdisciplinar com as conquistas que outras áreas de pesquisa obtiveram em relação ao conhecimento da comunicação inteligente, tais como os avanços da Psicologia e da Pedagogia.

Atualmente, esta interdisciplinaridade vem sendo aplicada nos chamados STIs (Sistemas Tutores Inteligentes). Estes sistemas pertencem à categoria de *softwares* educacionais que se baseiam na aprendizagem interativa. Desta forma, o aluno passa a ser o centro do processo de ensino-aprendizagem, deixando de ser passivo e transformando-se em ser ativo, além de tornar relevante o seu conhecimento atual e as suas características de aprendizado (MARIETTO, 1997). Assim, nesta abordagem, existe uma preocupação em produzir sistemas capazes de interagir com o aprendiz a fim de gerar um modelo cognitivo deste aluno, por meio do qual será possível selecionar e aplicar a técnica pedagógica mais adequada. Assim sendo, Corredor (1993, p. 238) complementa que:

[...] através de experiências em desenvolvimento de STI, percebe-se que as possibilidades pedagógicas e didáticas de produtos de software com as características dos STI são extensas, e identifica-se a importância das características individuais de cada aluno, reconhecendo que a instrução deve ser individualizada, de forma a facilitar ao aluno a criação de estruturas conceituais e metodológicas adequadas a sua capacidade e interesse.

Neste contexto, surgiu a proposta para o desenvolvimento do presente trabalho, que tem como objetivo apresentar um módulo de identificação *on-line* do Modelo do Aluno, baseado nos Estilos Cognitivos de Aprendizagem. Este módulo terá a função de realizar o acompanhamento do aprendiz durante sua interação com o sistema e identificar o Modelo do Aluno, segundo suas características individuais e seu Estilo Cognitivo de Aprendizagem (SOUTO, 2003). Além disso, ele possibilitará, futuramente, a adaptação dos recursos didáticos e das formas de apresentação, conforme as preferências do perfil identificado.

Para a realização deste estudo, adotamos as classes de Estilos Cognitivos de Aprendizagem (ECAs) propostas por Souto (2003), as quais descrevem a forma individual e preferencial com que os alunos de cada uma destas classes habitualmente organizam e representam novas informações enquanto executam uma tarefa de aprendizagem na *Web*. Quanto ao processo de identificação destas classes, escolhemos trabalhar com o classificador *K-Nearest Neighbour*, utilizando a Distância Euclidiana como métrica de semelhança, por ser de fácil adaptação ao processamento *on-line*.

A importância deste trabalho está na possibilidade de aplicar formas diferenciadas de ensino adaptativo às características do aluno, garantindo a ele um tratamento individualizado e proporcionando um melhor aproveitamento em seu processo de aprendizagem.

O objetivo geral deste trabalho é apresentar um módulo de identificação *on-line* do Modelo do Aluno que será utilizado para dar subsídio à adaptação de *websites* para o ensino na *Web*. Como objetivos específicos temos: realizar um estudo sobre os conceitos e as características da Informática na Educação, dos Estilos Cognitivos de Aprendizagem e dos Sistemas de Hipermídia Adaptativa Educacional; apresentar a arquitetura necessária para o desenvolvimento de um Sistema de Hipermídia Adaptativa Educacional; estudar as principais técnicas de aprendizagem de máquina para a identificação do Estilo Cognitivo de Aprendizagem; e apresentar as etapas do processo de identificação *on-line* do Modelo do

Aluno baseado nos Estilos Cognitivos de Aprendizagem, com a utilização do classificador K-Nearest Neighbour.

Esta dissertação está organizada conforme se segue: o capítulo 2 aborda conceitos e características da Informática na Educação, dos Estilos Cognitivos de Aprendizagem, de Sistemas de Hipermídia Adaptativas Educacionais e das principais técnicas de aprendizagem de máquina utilizadas para o desenvolvimento deste trabalho. O capítulo 3 traz informações sobre a arquitetura necessária para o desenvolvimento de um Sistema de Hipermídia Adaptativa Educacional. O capítulo 4 apresenta o processo de identificação *on-line* do Modelo do Aluno baseado nos Estilos Cognitivos de Aprendizagem, descrevendo a utilização do classificador *K-Nearest Neighbour*. O capítulo 5 apresenta os principais resultados obtidos com as simulações realizadas para validar nossa proposta. Finalmente, o capítulo 6 apresenta as nossas conclusões e aponta direções para trabalhos futuros.

*Capítulo 2***FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

**A**presentaremos neste capítulo alguns conceitos que foram utilizados para o desenvolvimento deste trabalho, de modo a fundamentar o Módulo de Identificação *on-line* do Modelo do Aluno baseado nos Estilos Cognitivos de Aprendizagem. Primeiramente abordaremos o contexto da Informática na Educação e as vantagens do ensino via *Web*. Em seguida, apresentaremos os Estilos Cognitivos de Aprendizagem, segundo os estudos de Souto (2003), por meio dos quais identificamos as principais preferências de navegação dos alunos em um processo de ensino e aprendizagem. E, finalmente, discutiremos as características dos Sistemas de Hipermídia Educacionais Adaptativos, abordando conceitos sobre a modelagem de usuário e sobre o classificador *K-Nearest Neighbour*.

## 2.1 A Informática na Educação

A utilização de computadores na Educação é tão remota quanto o advento comercial dos mesmos. Esse tipo de aplicação sempre foi um desafio para os pesquisadores preocupados com a disseminação dos computadores em nossa sociedade. Neste contexto, Lucena (2000) afirma que em meados da década de 50, quando começaram a ser comercializados os primeiros computadores com capacidade de programação e armazenamento de dados, apareceram as primeiras experiências do seu uso na Educação. No entanto, ainda segundo este autor, a ênfase dada nessa época era praticamente a de armazenar informação em uma determinada seqüência e transmiti-la ao aprendiz.

Atualmente, porém, o uso de computadores na Educação é muito mais diversificada, interessante e desafiadora do que simplesmente a de transmitir informações ao usuário. Os avanços tecnológicos têm desenvolvido e modernizado o processo educacional. O acompanhamento destas mudanças exigiu dos educadores uma reavaliação do paradigma educacional que vinha orientando as práticas pedagógicas nas salas de aula reais (OLIVEIRA, 2002).

Diante disto, do ponto de vista de Prates e Loyolla (2000), as novas tecnologias da informação têm modificado os modos de ser e pensar estabelecidos, fazendo emergir novos espaços para a Educação. Neste novo paradigma, o aluno passa de mero expectador, receptor de informações, para ser o construtor de seu conhecimento. O professor deixa de ser um mero transmissor e passa a ser um mediador do processo de construção do conhecimento de seus alunos. Neste prisma, os educadores são obrigados a buscar novas maneiras para enfrentar os desafios desta mudança de paradigma, que se centra não só no ensino mas, principalmente, na aprendizagem. Assim, Valente e Almeida (1998) afirmam que se torna necessário criar novas estratégias de aprendizagem que promovam não só a transmissão, mas, também, a construção do conhecimento.

A revolução tecnológica que tem alterado nossas práticas cotidianas apresenta tecnologias emergentes que disponibilizam uma infra-estrutura capaz de permitir um suporte maior ao aprendiz. Desta maneira, a Informática, a Psicologia e a Didática se unem para desenvolver e aperfeiçoar ferramentas computacionais capazes de gerar atividades de ensino e aprendizagem eficazes. Os estudos provenientes da utilização da Informática na Educação têm trazido importantes contribuições para esta área, uma vez que as tecnologias da informação têm propiciado o aumento das atividades acadêmicas, possibilitando a comunicação à distância com rapidez e confiabilidade.

Segundo Bica *et al* (1999, p. 46) “com a evolução da Informática na educação, os ambientes computacionais de ensino passaram a ser vistos como uma excelente alternativa para a EAD, dando a este campo da ciência um novo vigor.” Neste mesmo contexto, Dechanês (1998, p. 4), afirma, ainda, que:

A formação à distância deve ser como uma prática educativa que privilegie um caminho de aprendizagem que aproxime o saber do aprendiz, considerando a aprendizagem uma interação entre o aprendiz e o objeto, conduzindo a uma representação mental que constitua uma ferramenta para entender o mundo (a realidade), se adaptar a ela ou modificá-la intervindo sobre ela.

Assim, o caminho usado para a educação à distância *on-line*, em busca da aprendizagem efetiva, deve caracterizar-se pela adaptabilidade do ambiente, segundo as características do aprendiz, de modo a possibilitar a utilização de estratégias e táticas de ensino diversas. No entanto, segundo Corredor (1993), percebe-se que um dos grandes problemas associados à modelagem de usuários no ensino auxiliado por computador relaciona-se à falta de explicitação da teoria de aprendizagem utilizada. Além disso, os pesquisadores em IA (Inteligência Artificial) e Educação estão atentos para as dificuldades relacionadas à modelagem dos usuários, mas faltam exemplos de aplicações dessas teorias. Complementando, Cumming (1993, p. 231) afirma, ainda, que “outro aspecto crítico refere-se ao direcionamento das pesquisas em STI, que são muito mais voltadas para as questões técnicas do que para as questões de aprendizagem”.

Neste contexto, a educação à distância pressupõe um processo educativo sistemático e organizado que exige não somente uma via dupla de comunicação, como, também, a instauração de um processo continuado, onde os meios, ou os multimeios, devem estar presentes na estratégia de comunicação, sendo que a escolha destes vem em razão do tipo de público, custos operacionais e, principalmente, eficácia para a transmissão, recepção, transformação e criação do processo educativo.

Finalizando esta seção, podemos afirmar que o estudo da Informática na Educação foi importante para o desenvolvimento do presente trabalho, pois nos permitiu conhecer as características básicas da utilização da tecnologia no ensino e, principalmente, das dificuldades encontradas na educação à distância, uma vez que um dos principais objetivos do Módulo de Identificação do Modelo do Aluno é possibilitar um melhor aproveitamento no processo de aprendizagem realizado por meio da *Internet*. A seguir, descreveremos as cinco classes de Estilos Cognitivos de Aprendizagem levantadas no trabalho de Souto (2003), por meio das quais identificamos as preferências de navegação dos alunos pertencentes a cada uma delas.

## **2.2 Educação à Distância**

Segundo os estudos de Mercado (2002), a Educação a Distância (EAD) baseia-se fortemente na abordagem pedagógica construtivista, na qual, estimulam-se diversas características de aprendizado atualmente exigidas pela educação em geral e, particularmente, pela moderna educação continuada profissional. O foco principal desta abordagem está na estimulação do aluno a buscar, de forma orientada e com um certo grau de autonomia, o conhecimento ou a informação de que ele realmente necessita.

Perry e Rumble (*apud* NUNES, 1993) afirmam que a característica básica da educação à distância é o estabelecimento de uma comunicação de via dupla, na medida em que

professor e aluno não se encontram juntos na mesma sala. Deste modo, são necessários meios que possibilitem a comunicação entre ambos, tais como: correspondência postal, correspondência eletrônica, telefone, rádio, etc.

A educação a distância pressupõe um processo educativo sistemático e organizado que exige não somente a via dupla de comunicação, como também a instauração de um processo continuado, onde os meios devem estar presentes na estratégia de comunicação, sendo que a escolha deles deve vir em razão do tipo de público, custos operacionais e, principalmente, eficácia para a transmissão, recepção, transformação e criação do processo educativo.

### 2.3 Os Estilos Cognitivos de Aprendizagem (ECAs)

As classes de ECAs descrevem a forma individual e preferida com que os alunos, habitualmente, organizam e representam novas informações enquanto executam uma tarefa de aprendizagem (RIDING; RAYNER, 2000; RIDING; CHEEMA, 1991; SCHMECK, 1988). Segundo Souto (2003), existem cinco classes distintas de ECAs, sendo elas: a AA (Analogico-Analítico), a ASA (Analítico-Sintético-Avaliativo), a CG (Concreto-Genérico), a DA (Dedutivo-Avaliativo) e a RS (Relacional-Sintético).

Para a geração das classes de ECAs e para a classificação dos alunos em cada uma delas, Souto *et al* (2001) desenvolveram um ambiente de ensino e aprendizagem na *Web*, contendo classes de **recursos didáticos** e de **formas de apresentação** diferenciadas, conforme o Quadro 1 abaixo:

Quadro 1. Recursos Didáticos e Formas de Apresentação

Recursos Didáticos	Conceitos	Exercícios	Exemplos
Formas de Apresentação	Textual	Verdadeiro ou Falso	Textual com figura
	Textual com figura	Relacionar colunas	Esquema com figura
	Esquema com figura	Escolha simples	
		Preencher colunas	
		Escolha simples com figura	

Fonte: Souto *et al* (2001)

Após o desenvolvimento do ambiente, Souto (2003) analisou o comportamento navegacional de um grupo de 231 estudantes, em um curso de telecomunicações, por meio das interações realizadas durante o processo de aprendizagem livre, ou seja, sem a interferência de um tutor artificial. O conjunto dessas interações recebeu o nome de **trajetórias de aprendizagem**. Neste estudo, além da geração das classes de ECAs, identificou-se, ainda, as características e preferências navegacionais de cada uma destas classes, conforme apresentadas na Tabela 1 abaixo. É importante ressaltar que neste trabalho não questionaremos a validade pedagógica dos ECAs, uma vez que o estudo de Souto (2003) foi acompanhado por um grupo de psicopedagogos. Assim, estaremos utilizando os ECAs conforme descrito em Souto (2003), no processo de identificação *on-line* do modelo do aluno.

Tabela 1. Índices de navegação das classes de ECA

ECA		AA	CG	DA	ASA	RS	
% de acesso aos Recursos Didáticos	Conceito	52,42%	42,31%	46,71%	39,49%	34,06%	
	Exercício	32,48%	26,91%	37,49%	45,50%	36,24%	
	Exemplo	15,10%	30,78%	15,80%	15,01%	29,70%	
% de acesso às Formas de Apresentação	Conceito	Somente Texto	8,19%	4,51%	6,95%	4,51%	7,71%
		Textual com Figura	29,39%	24,35%	18,70%	22,95%	12,30%
		Esquema com Figura	14,84%	13,45%	21,06%	12,03%	14,05%
	Exercício	Verdadeiro ou Falso	3,34%	6,09%	8,41%	8,18%	4,54%
		Relacionar Colunas	4,28%	2,57%	5,09%	4,50%	5,64%
		Escolha Simples	8,97%	9,55%	5,86%	3,63%	12,44%
		Preencher Lacunas	2,68%	2,20%	5,92%	7,67%	5,02%
		Escolha Simples c/ Figura	13,21%	6,50%	12,21%	21,52%	8,60%
	Exemplo	Textual com Figura	8,46%	20,18%	7,74%	11,66%	20,76%
		Esquema com Figura	6,64%	10,60%	8,06%	3,35%	8,94%

Fonte: adaptado de Souto (2003, p. 84)

Analisando o percentual de acessos aos recursos didáticos e às formas de apresentação disponíveis no ambiente, apresentados na tabela acima, percebemos que cada uma das classes identificadas possui características e preferências distintas. Os alunos que se enquadram nas classes dos ECAs AA, CG e DA, por exemplo, destacam-se pelo maior uso do recurso

didático do tipo Conceito. No entanto, aqueles classificados nos ECAs AA e CG preferem mais conceitos textuais com figuras (diferenciando-se, posteriormente, na escolha de exercícios com figuras e exemplos textuais com figura, respectivamente) e os DA preferem mais esquemas com figuras. Aqueles que pertencem ao ECAs ASA e RS, diferenciam-se pela maior utilização de Exercícios. No entanto, os alunos do ECA ASA preferem os conceitos textuais com figuras, e os do ECA RS preferem exemplos textuais com figuras.

Diante disto, as preferências de navegação de cada uma das classes devem ser analisadas verticalmente, nas colunas dos respectivos ECAs. No entanto, as porcentagens de navegação destacadas na Tabela 1, indicam as preferências principais de cada classe e, portanto, devem ser analisadas horizontalmente. Na primeira linha, por exemplo, encontramos o destaque para a porcentagem de navegação do Recurso Didático do tipo Conceito, indicando que, entre todas as classes de ECAs, a AA é aquela que mais utiliza este recurso durante o seu aprendizado. As linhas que apresentam mais de um elemento em destaque indicam que não existem diferenças significativas entre as porcentagens de navegação das classes selecionadas.

Além das preferências de cada uma das classes quanto ao uso dos recursos didáticos e das formas de apresentação, os dados levantados por Souto (2003) ainda nos permite verificar que não existe um padrão de comportamento único para cada uma das classes de ECAs, ou seja, todos os alunos acessam os mesmos recursos didáticos e as mesmas formas de apresentação, porém em quantidades diferenciadas. Desta forma, para atribuir um ECA a um aluno é necessário reconhecer suas principais preferências pelos recursos disponíveis. Este processo de identificação do ECA do aluno, por meio das suas interações com o sistema, será demonstrado e discutido no capítulo 4 deste trabalho. A seguir, apresentaremos detalhadamente as características de cada uma das classes de ECA.

### 2.3.1 O ECA Analógico-Analítico (AA)

Segundo os estudos realizados por Souto (2003, p. 59), as pessoas que se enquadram no Estilo Cognitivo de Aprendizagem AA tendem a buscar a aprendizagem de novos conceitos, por meio da comparação com algo que já conhecem. Tipicamente, são sujeitos com elevada capacidade de abstração e de geração de hipóteses sobre os fatores envolvidos num determinado tipo de conhecimento. Tendem a possuir capacidade e eficiência na compreensão das inter-relações entre várias idéias e, também, na capacidade de fazer generalizações. Pela sua característica de realizar grande quantidade de comparações, elas podem necessitar de um tempo maior para a aprendizagem, pois ao se defrontarem com uma nova informação, tendem a buscar uma considerável profundidade no assunto, por meio da reflexão intensa. Diante destas características, no que se refere às preferências de comportamento navegacional identificadas nas trajetórias de aprendizagem dos indivíduos deste estilo, conforme apresentado na Tabela 1, podemos destacar:

- a) Preferência pelo recurso didático do tipo Conceito;
- b) Na utilização de Conceitos, preferência pela forma de apresentação do tipo Textual com Figura; na utilização de Exercícios, preferência pela forma de apresentação do tipo Escolha Simples com Figura; e na utilização de Exemplos, preferência pela forma de apresentação do tipo Textual com Figura; e
- c) Entre todos os ECAs, é o que mais utiliza o recurso didático do tipo Conceito; e na utilização de Conceitos, é o que mais busca a forma de apresentação do tipo Somente Texto e a forma de apresentação do tipo Textual com Figura.

### 2.3.2 O ECA Concreto-Genérico (CG)

As pessoas pertencentes ao Estilo Cognitivo de Aprendizagem CG possuem como característica marcante o fato de buscarem a aprendizagem de novas informações de forma linear e seqüencial, dando preferência às estratégias de memorização que utilizem pistas baseadas em exemplos concretos. Para isto, procuram entender a informação em sua totalidade, fato que, muitas vezes, acaba dificultando a aprendizagem. Utilizam muito a exemplificação para assimilar os conteúdos e tendem a evitar o contato mais sistemático com as teorias, no caso, apresentadas pelos Conceitos com formas de apresentação do tipo Somente Texto (SOUTO, 2003, p. 60). Diante deste perfil, no que se refere às preferências de comportamento navegacional identificadas nas trajetórias de aprendizagem dos indivíduos deste estilo, conforme apresentado na Tabela 1, podemos destacar:

- a) Preferência pelo recurso didático do tipo Conceito;
- b) Na utilização de Conceitos, preferência pela forma de apresentação do tipo Textual com Figura; na utilização de Exercícios, preferência pela forma de apresentação do tipo Escolha Simples; e na utilização de Exemplos, preferência pela forma de apresentação do tipo Textual com Figura; e
- c) Entre todos os ECAs, na utilização de Exemplos, é o que mais busca a forma de apresentação do tipo Esquema com Figura.

### 2.3.3 O ECA Dedutivo-Avaliativo (DA)

As pessoas que se enquadram no Estilo Cognitivo de Aprendizagem DA são aquelas que buscam a aprendizagem de novas informações por meio da identificação do padrão lógico, subjacente ao conteúdo que está sendo apresentado. Elas realizam análises exaustivas da coerência, validade e veracidade das informações. Para tanto, buscam avaliar possíveis

erros lógicos na informação, agindo de forma sistemática e crítica. Geralmente, são pessoas com elevada capacidade de trabalho e atenção, tendo grande prazer em encontrar explicações lógicas para os acontecimentos. É por meio dos conceitos que as pessoas pertencentes a este estilo procuram identificar uma lógica subjacente aos conteúdos, o que lhes facilita o processamento de novas informações. Uma vez obtido o padrão lógico, procuram testar o seu entendimento por meio do uso do recurso didático de exercícios (Souto, 2003, p. 60). Assim, diante destas características, as principais preferências deste estilo quanto ao seu comportamento navegacional são:

- a) Preferência pelo recurso didático do tipo Conceito;
- b) Na utilização de Conceitos, preferência pela forma de apresentação do tipo Esquema com Figura; na utilização de Exercícios, preferência pela forma de apresentação do tipo Escolha Simples com Figura; e na utilização de Exemplos, preferência pela forma de apresentação do tipo Esquema com Figura; e
- c) Entre todos os ECAs, na utilização de Conceitos, é o que mais busca a forma de apresentação do tipo Esquema com Figura; e na utilização de Exercícios, é o que mais busca a forma de apresentação do tipo Verdadeiro ou Falso.

#### 2.3.4 O ECA Analítico-Sintético-Avaliativo (ASA)

Na opinião de Souto (2003, p. 90), os indivíduos pertencentes a classe ASA possuem algumas semelhanças com os da classe AA e DA, no entanto, elas possuem mais necessidade de testar suas hipóteses. Assim sendo, são alunos que apresentam alta intensidade de uso dos Exercícios, o que evidencia fortemente a sua característica de testar e avaliar a sua aprendizagem. De acordo com este perfil, quanto às preferências de comportamento navegacional identificadas nas trajetórias de aprendizagem dos indivíduos deste estilo, podemos destacar:

- a) Preferência pelo recurso didático do tipo Exercício;
- b) Na utilização de Conceitos, preferência pela forma de apresentação do tipo Textual com Figura; na utilização de Exercícios, preferência pela forma de apresentação do tipo Escolha Simples com Figura; e na utilização de Exemplos, preferência pela forma de apresentação do tipo Textual com Figura; e
- c) Entre todos os ECAs, na utilização de Exercícios, é o que mais busca a forma de apresentação do tipo Preencher Lacunas; e na utilização de Exercícios, é o que mais busca a forma de apresentação do tipo Escolha Simples com Figura.

### 2.3.5 O ECA Relacional-Sintético (RS)

Souto (2003, p. 60) afirma que as pessoas que se enquadram no Estilo Cognitivo de Aprendizagem RS são aquelas que buscam a aprendizagem de novas informações por meio da reorganização das subpartes do conjunto de informações fornecidas em uma estrutura conceitual mais enxuta. Para tanto, buscam decompor a informação em conceitos até unificá-los em um conceito integrador mais abrangente e abstrato. Assim sendo, são sujeitos com elevada capacidade de abstração e de geração de hipóteses sobre os fatores envolvidos num determinado tipo de conhecimento. Constantemente, estão revisando e reformulando conceitos a partir da integração de novas informações relacionadas ao tema em questão. Tendem a ter facilidade de trabalhar mentalmente com imagens e apreciam o uso de diagramas, esquemas e demonstrações. São eficientes na leitura de gráficos e mapas mentais. Diante destas características, no que se refere às preferências de comportamento navegacional identificadas nas trajetórias de aprendizagem dos indivíduos deste estilo, conforme apresentado na Tabela 1, podemos destacar:

- a) Preferência pelo recurso didático do tipo Exercício;
- b) Na utilização de Conceitos, preferência pela forma de apresentação do tipo

Esquema com Figura; na utilização de Exercícios, preferência pela forma de apresentação do tipo Escolha Simples; e na utilização de Exemplos, preferência pela forma de apresentação do tipo Textual com Figura; e

- c) Entre todos os ECAs, na utilização de Exercícios, é o que mais busca a forma de apresentação do tipo Relacionar Colunas; e na utilização de Exercícios, é o que mais busca a forma de apresentação do tipo Escolha Simples.

Nesta seção apresentamos as particularidades de cada uma das cinco classes de Estilos Cognitivos de Aprendizagem levantadas no trabalho de Souto (2003) e adotadas para o desenvolvimento da presente pesquisa. Elas serão utilizadas no Modelo do Aluno proposto para a identificação das preferências de navegação dos alunos. A seguir, apresentaremos os conceitos e as características dos Sistemas de Hipermídia Adaptativas, voltados principalmente para a educação, que servirão de base para o desenvolvimento do módulo de identificação *on-line* do Modelo do Aluno.

## **2.4 Sistemas de Hipermídia Adaptativa (SHA)**

As pesquisas em Hipermídia Adaptativa (HA) começaram no início de 1990 e os primeiros estudos compartilhavam duas principais áreas: a Hipermídia e a Inteligência Artificial. Vários trabalhos independentes procuravam explorar diferentes maneiras de personalizar os Sistemas Hipermídia a usuários individuais (BRUSILOVSKY, 1999).

A HA trata do estudo e desenvolvimento de sistemas, arquiteturas, métodos e técnicas capazes de promover a adaptação de hiperdocumentos, e hipermídia em geral, às expectativas, necessidades, preferências e desejos de seus usuários (PALAZZO, 2000). Esta adaptação pode ser do conteúdo ou da navegação: para o conteúdo, é possível utilizar os recursos de destaque, ocultação e/ou reorganização do material hipermídia em si, de acordo com o perfil do usuário em questão. Já para a navegação, pode-se disponibilizar ou ocultar *links* do

Sistema de Hiperfídia Adaptativa (SHA) em função do perfil do usuário. O uso de HA é aconselhável quando o hiperdocumento é razoavelmente grande e tende a ser utilizado por muitos usuários de perfis distintos (BRUSILOWSKY, 2001). Para realizar a adaptação, o sistema coleta informações sobre o usuário pela observação de seu comportamento quando ele está usando e navegando pela aplicação (WU; HOUBEN; DE BRA, 2000).

Segundo Palazzo (2004), um SHA deve satisfazer, no mínimo, três critérios básicos: ser um Sistema Hipertexto ou Hiperfídia, possuir um Modelo de Usuário e poder adaptar o Sistema Hiperfídia, a partir deste Modelo de Usuário. Resumindo, pode-se dizer que um SHA executa basicamente três funções (DE BRA; BRUSILOVSKY; HOUBEN, 1999):

- a) **Registrar todas as ações do usuário** durante a sua navegação no sistema, e a partir deste registro, manter informações sobre o seu conhecimento em relação a cada conceito do domínio. Tipicamente, no Modelo do Usuário são mantidos atributos que definem o quanto o usuário sabe sobre determinado conceito e, também, o que já foi lido;
- b) **Direcionar as ações de adaptabilidade** por meio das informações contidas no Modelo do Usuário, ou seja, as páginas são classificadas em grupos de acordo com o seu atual nível de conhecimento, suas metas e preferências. Assim, o sistema manipula os *links* constantes das páginas para guiar o usuário na obtenção de informações relevantes. Dependendo da situação, um *link* pode ser anotado, desabilitado ou removido; e
- c) **Modificar o conteúdo de uma página** de apresentação para melhor atender as necessidades do usuário. Podem ser adicionadas pequenas explicações, comparações com assuntos descritos em outras páginas que o usuário viu anteriormente, detalhes adicionais para usuários avançados etc. Mudanças no estilo da apresentação, seleção de diferentes mídias (texto, imagem, som, vídeo),

mudança do tamanho da apresentação, podem ocorrer considerando o perfil do usuário, realizando o que se chama de **apresentação adaptativa**.

Brusilovsky (1996, p. 2) define um ciclo clássico para estas funções em um SHA, apresentando, superficialmente, todas as etapas que devem ser consideradas desde a coleta das informações sobre o comportamento do usuário até a utilização e aplicação das regras de adaptação, conforme demonstra a Figura 1.

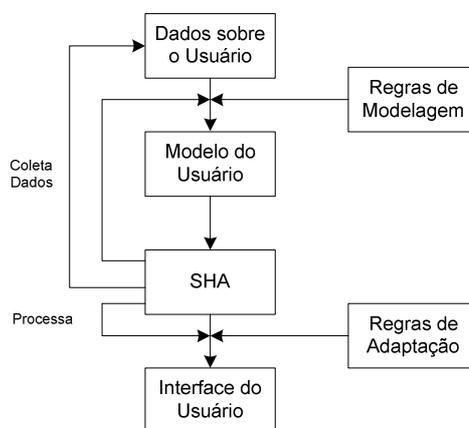


Figura 1. Ciclo clássico – Modelo do Usuário – Adaptação  
Fonte: Brusilovsky (1996, p. 2)

A modelagem de usuário, bem como os demais elementos da arquitetura básica do sistema utilizados neste trabalho, serão discutidos mais adiante, no capítulo 3. A seguir, apresentaremos os conceitos principais de um SHA voltado especificamente para a educação.

## 2.5 Sistemas de Hipermedia Adaptativas Educacionais (SHAEs)

De acordo com Oliveira e Fernandes (2004), SHAEs são Sistemas Hipermedia com propósitos educacionais que possuem a capacidade de adaptação e visam apoiar o processo de aprendizagem de forma personalizada a cada aprendiz, mediante a adaptação do seu comportamento às características do aprendiz. Estes sistemas possuem como princípio fundamental o fato de que as pessoas são diferentes, aprendem em ritmos diferentes e possuem necessidades de aprendizagem diferentes.

Na falta de uma maneira uniforme de se caracterizar os SHAEs, Henze e Nejd (2003) propõem caracterizá-los como SHAs com algum tipo de aplicação educacional. Com isso, SHAEs podem abranger diversos tipos de aplicações para fins educacionais. Alguns tipos, usualmente, encontrados na literatura são os livros eletrônicos, os ambientes de apoio à aprendizagem e os cursos adaptativos.

Basicamente, a tarefa de um SHAE é adaptar o conteúdo das páginas e o caminho de navegação, segundo as condições didático-pedagógicas da aplicação e as características de cada aprendiz (SILVA, 1998). A adaptação final de conteúdo e de navegação é o resultado de uma série de decisões definidas no sistema. Em função da quantidade de aspectos envolvidos, o processo de decisão de adaptação depende, diretamente, da estrutura do SHAE. Dessa maneira, a forma de estruturação do SHAE é muito importante, não apenas para o desenvolvimento desses sistemas, mas, também, para o processo de adaptação. Assim, a grande complexidade de um SHAE reside, exatamente, em definir quais são suas decisões, de forma a serem significativas em termos educacionais e em como estruturar essas decisões.

A seguir, discutiremos alguns elementos necessários em um SHAE, sendo eles: o Modelo de Domínio, o Modelo do Usuário e o Modelo de Adaptação.

### 2.5.1 O Modelo do Domínio

O Modelo do Domínio indica como o conteúdo do sistema será estruturado para ser apresentado ao aluno. Segundo De Bra (1999), ele pode ser definido em três níveis, conforme apresentado abaixo:

- a) **Conceitos** – o domínio da aplicação pode ser descrito em termos de conceitos de alto nível. Pode existir uma relação entre os conceitos para indicar caminhos de navegação desejáveis. Alguns conceitos fazem parte de um conceito maior numa concepção hierárquica. Pode haver uma relação do tipo um a um entre conceitos e

páginas, no entanto, um conceito poderá envolver uma série de páginas;

- b) **Páginas** – são unidades de apresentação para o usuário. A página é construída a parte e incluirá fragmentos de acordo com o mecanismo de adaptação; e
- c) **Fragmentos** – é o nível mais baixo constituído de fragmentos de informação. São consideradas unidades atômicas. Pode ser um parágrafo de texto, uma imagem, um videoclipe etc.

A Figura 2 apresenta a estrutura da hierarquia discutida acima, sobre um Modelo de Domínio.

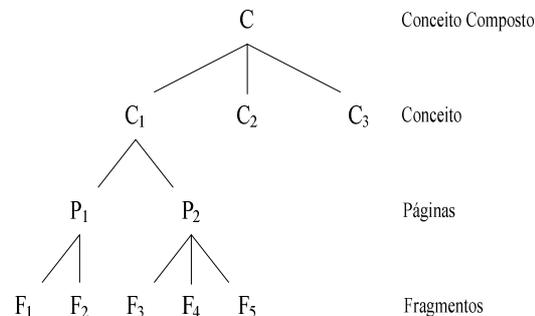


Figura 2. Exemplo de Hierarquia de Conceitos  
Fonte: De Bra, Houben e Wu (1999, p. 4)

Neste trabalho, nos baseamos no paradigma do currículo seqüencial para representar o domínio do conhecimento, considerando as características esperadas para ambientes de aprendizagem que possam funcionar na *Web*, em aplicações de ensino à distância. Desta maneira, o conhecimento foi estruturado em um conjunto de conceitos e tarefas organizadas numa seqüência planejada pelo professor, para permitir o aprendizado do estudante da melhor maneira possível.

### 2.5.2 O Modelo do Usuário

O Modelo do Usuário é o componente que representa as características de um determinado usuário. Estas características são constantemente atualizadas conforme o usuário

interage com a hipermídia e são utilizadas para adaptar dinamicamente seu conteúdo, navegação e apresentação (WU; HOUBEN; DE BRA, 2000). Nos SHAEs encontramos a definição de Modelo do Aluno ou Modelo do Estudante ao invés de Modelo do Usuário. É importante ressaltar que o termo Modelo do Usuário e Modelo do Aluno referem-se basicamente ao mesmo elemento, diferenciando-se apenas pelo fato de que o segundo possui atributos contendo informações educacionais, e é utilizado especificamente em aplicações de ensino e aprendizagem.

O Modelo do Usuário pode ser definido como a representação de algumas características e atitudes dos usuários, que são úteis para completar a interação adequada e individualizada estabelecida entre o ambiente computacional e o usuário. Assim, De Bra (1999) descreve três formas de representação de conhecimento para o Modelo do Usuário, as quais são:

- a) **Modelo booleano** – cada conceito tem dois valores possíveis: verdadeiro ou falso, saber ou não saber, representando dois extremos ao longo de um contínuo, como prolixo ou resumido, para indicar se o usuário deseja uma versão completa ou resumida da página;
- b) **Modelo discreto** – cada componente tem um pequeno número de valores, portanto o modelo booleano é a forma mais simples do modelo discreto. Como exemplo, temos o Modelo do Usuário do Interbook (BRUSILOVSKY, 1996), o qual utiliza quatro valores diferenciados para indicar o estado do conhecimento do usuário sobre um determinado conceito, sendo eles: não saber, aprendido, bem aprendido e saber; e
- c) **Modelo contínuo** – cada conceito tem uma faixa de valores que indicam quanto o usuário sabe sobre determinado conceito.

Brusilovsky (1996) identificou cinco características associadas aos usuários que são importantes para os sistemas adaptativos: o conhecimento, os objetivos, as preferências, o histórico e a experiência. Essas características são dinâmicas e requerem um Modelo do Usuário atualizado constantemente:

- a) **Conhecimento** – o conhecimento do usuário sobre os assuntos disponibilizados pelo sistema é considerado a característica mais importante do Modelo do Usuário, principalmente em se tratando de sistemas aplicados à educação. Assim, o sistema deve ser capaz de controlar dinamicamente as modificações e realimentar o Modelo do Usuário à medida que o aluno aprende com a utilização da hipermídia. Normalmente, duas técnicas são utilizadas para a modelagem do conhecimento do usuário: técnica de sobreposição (HOHL; BÖCKER; GUNZENHÄUSER, 1996) e técnica de estereótipos (BOYLE; ENCARNACION, 1994);
- b) **Objetivos** – os objetivos do usuário podem variar muito ao longo do tempo. Uma maneira utilizada para modelar esses objetivos é por meio de pares **objetivo-valor**, onde o valor representa a probabilidade de que o objetivo correspondente seja o objetivo atual do usuário (BRUSILOVSKY, 1996). Uma outra forma de se fazer isto é apresentada por Vassileva (1996), que propõe a representação de possíveis objetivos do usuário por meio de uma hierarquia (árvore) de tarefas relacionadas;
- c) **História** – a história do usuário em tópicos relevantes, não relacionados propriamente com os assuntos do sistema hipermídia, é fator importante na construção do Modelo do Usuário. Por exemplo: conhecimentos sobre a linguagem Pascal podem ser considerados como experiência relevante para um usuário em um SHA de um curso de Java;

- d) **Experiência** – refere-se à experiência do usuário com sistemas baseados em hipertexto ou hipermídia, adaptativos ou não; e
- e) **Preferências** – os usuários de sistemas de hipermídia podem ter diferentes preferências como, por exemplo: fontes, cores etc. Estas características, de forma geral, não podem ser deduzidas pelo sistema, sendo necessário que o usuário as declare formalmente ou por meio de um *feedback* a questões simples.

A Modelagem de Usuários não é, no entanto, uma tarefa simples e trivial. Neste contexto, Brusilovsky (1996, p. 4) afirma que:

[...] existem alguns problemas com a modelagem automática do usuário, podendo ocorrer erros na dedução do Modelo do Usuário e na execução da função de adaptação. A modelagem do usuário é tarefa bastante complexa e os múltiplos aspectos envolvidos no processo (modelagem estática, dinâmica, comportamental, etc.) contribuem para dificultar ainda mais sua execução, mantendo os resultados obtidos em níveis apenas parciais e restritos.

Baseando-se nos conceitos acima, utilizamos o termo Modelo do Aluno ao invés de Modelo do Usuário, que no contexto do nosso trabalho, será utilizado para armazenar todas as informações relevantes sobre o aluno e que serão utilizadas pelo processo de identificação *on-line* dos Estilos Cognitivos de Aprendizagem, sendo elas: as características do aluno, o histórico de conteúdos acessados e o seu ECA. As **características do aluno** serão todas as informações pessoais coletadas pelo sistema durante o cadastro, tais como: nome, endereço, telefone, usuário, data de nascimento, etc. O **histórico de conteúdos acessados**, por sua vez, representará todas as informações sobre a Trajetória de Aprendizagem do aluno. Por último, o **ECA** será o elemento que indicará as preferências de navegação do aluno, durante o seu processo de ensino e aprendizagem, definindo quais regras de adaptação serão disparadas para a apresentação do conteúdo ao respectivo aluno. O ECA será identificado por meio de um classificador *K-Nearest Neighbour*, que será discutido na seção 2.5. O Modelo do Aluno será apresentado detalhadamente no capítulo 3.

### 2.5.3 O Modelo de Adaptação

O Modelo de Adaptação é composto por um conjunto de regras que orienta o processo de adaptação em um SHAE. Essas regras fazem a ligação entre o Modelo do Usuário, o Modelo do Domínio e a apresentação a ser gerada, definindo como as páginas devem ser montadas e apresentadas ao aluno. A Figura 3 apresenta um Modelo de Adaptação, segundo Brusilovsky (1996).

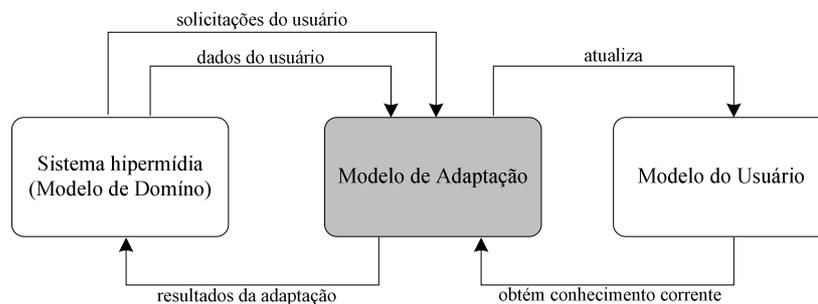


Figura 3. Modelo de Adaptação  
Fonte: Brusilovsky (1996)

No contexto deste trabalho, não estaremos desenvolvendo um Modelo de Adaptação, visto que nosso objetivo neste momento é a identificação *on-line* do ECA do aluno, durante a sua interação com o sistema. No entanto, para complementar este trabalho, futuramente será necessário desenvolver um Modelo de Adaptação, contendo as regras para a seleção automática dos diferentes recursos didáticos e das formas de apresentação, de acordo com o perfil do aluno identificado pelo sistema. As principais características que deverão ser consideradas para o Modelo de Adaptação deste sistema serão apresentadas no capítulo 3.

### 2.5.4 Níveis de Adaptação

Um SHA pode ser descrito pelos diferentes níveis de adaptação, sendo eles: de conteúdo, da navegação e da apresentação (KOCH, 2000). A adaptação de:

- a) **Conteúdo** – procura adaptar o conteúdo de uma página acessada por um determinado usuário aos conhecimentos e objetivos definidos em seu Modelo de Usuário. Por exemplo, um usuário avançado poderá receber informações com maior nível de profundidade, enquanto que um iniciante terá explicações adicionais sobre determinado assunto (PALAZZO, 2000);
- b) **Navegação** – (a nível de *link*) procura auxiliar o usuário a encontrar seus caminhos durante a interação com o SHA, apresentando *links* condizentes com os seus objetivos, conhecimentos e demais características definidas em seu Modelo do Usuário. Esta adaptação consiste em mudanças da estrutura de navegação ou na forma como esta estrutura é apresentada ao usuário (BRUSILOVSKY, 1996; PALAZZO, 2000); e
- c) **Apresentação** – objetiva ajustar o *layout* às preferências visuais ou necessidades do usuário. As mudanças de interface, geralmente, acontecem em conjunto com as adaptações de conteúdo (KOCH; ROSSI, 2002).

Segundo Brusilovsky (2001), existem vários métodos e técnicas para a adaptação de conteúdo, navegação e apresentação em um SHA. As técnicas fazem parte do nível de implementação e cada uma delas pode ser caracterizada por um tipo específico de conhecimento e um algoritmo correspondente de adaptação. Já os métodos são definidos como generalizações de técnicas de adaptação existentes. Cada um deles é baseado em uma idéia clara de adaptação que pode ser apresentada em nível conceitual. O mesmo método conceitual pode ser implementado por meio de diferentes técnicas.

A seguir, abordaremos alguns conceitos sobre as técnicas de Aprendizagem de Máquina, sob o enfoque da Modelagem de Usuários, explicando, principalmente, a aprendizagem baseada em instâncias, que foi utilizada pelo processo de identificação e reconhecimento do Modelo do Aluno baseado nos Estilos Cognitivos de Aprendizagem.

## 2.6 Aprendizagem de Máquina na Modelagem de Usuários

Segundo a definição dada por Mitchell (1994), a Aprendizagem de Máquina (AM) é uma subárea de pesquisa em Inteligência Artificial (IA) na qual são estudados diversos métodos computacionais com o objetivo de adquirir novos conhecimentos, novas habilidades e novos meios de organizar o conhecimento já existente. Neste contexto, Russel e Norvig (2004) identificam três paradigmas principais de AM, sendo eles:

- a) **Aprendizagem a partir de observações** – é aquela que ocorre à medida que o agente observa suas interações com o mundo e com seus próprios processos de tomada de decisão. Nesta categoria encontramos a aprendizagem indutiva, as árvores de decisão e a aprendizagem por agrupamento;
- b) **Métodos estatísticos de aprendizagem** – variam desde o cálculo simples de médias até a construção de modelos complexos. Neste paradigma encontramos a aprendizagem estatística, a aprendizagem bayesiana, a aprendizagem baseada em instâncias e as redes neurais; e
- c) **Aprendizagem por reforço** – é aquela onde os agentes podem aprender o que fazer, mesmo quando não existe nenhuma referência dizendo o que deve ser feito e qual ação deve ser tomada em cada circunstância. Nesta categoria encontramos a aprendizagem por reforço passivo e a aprendizagem por reforço ativo.

Segundo Batista (2003), estes paradigmas emergiram a partir de diferentes raízes científicas, desenvolveram métodos computacionais diferentes e, freqüentemente, baseiam-se em diferentes formas de avaliação do seu sucesso. Entretanto, eles compartilham do objetivo comum de construir máquinas que aprendam, de modo significativo, uma variedade de tarefas de um domínio. Em todas as abordagens, a aprendizagem pode ser operacionalmente compreendida como a habilidade para executar novas tarefas que não podiam ser executadas

antes, ou executar tarefas já executadas, de forma mais eficiente e eficaz, como resultado das modificações produzidas pelo processo de aprendizagem.

Diante destes conceitos, percebemos que as técnicas de AM, além de outras funções, visam dotar o sistema com um comportamento inteligente, provendo auxílio à tomada de decisões futuras, a partir do aprendizado de experiências passadas. Assim, elas vêm sendo adotadas no processo de modelagem de usuários, principalmente, para adquirir modelos de usuários, automaticamente, a partir de sua interação com o sistema. Em tais situações, os dados coletados das observações do comportamento do usuário são utilizados para construir um modelo de usuário individual (PAPATHEODOROU, 2001; PALIOURAS *et al*, 1999), ou para prever o comportamento de um usuário como uma função dos dados de outros usuários (LEVY; WELD, 2000).

Conforme Webb, Pazzani e Billsus (2001) o uso de técnicas de aprendizado de máquina são adotadas, especialmente, na detecção e indução de padrões comportamentais ou preferências do usuário. Assim, situações nas quais o usuário repetidamente realiza uma tarefa que envolve a seleção entre opções predefinidas parecem ser ideal para a aplicação dessas técnicas para a formação de um modelo de usuário.

Já para Schwab e Kobsa (2002), uma das formas de aplicação dos métodos de aprendizado de máquina na aquisição de modelos de usuários é assumir que informações e objetos podem ser divididos em classes. As informações sobre os interesses (e desinteresses) dos usuários em cada classe são submetidas a um algoritmo de aprendizado, apto a distinguir objetos ou informações que podem interessar ou não ao usuário. O objetivo da utilização de um algoritmo de aprendizado é tornar automática a distinção entre o que é e o que não é interessante para o usuário, com base em experiências passadas (treinamento).

A aplicação de uma técnica de aprendizagem consiste nas etapas de aquisição dos dados do usuário (implícita ou explicitamente) e de fases de treinamento e de teste. Durante o

treinamento, os dados coletados (exemplos para o treinamento) são submetidos ao algoritmo de aprendizado, e um modelo que representa os dados é “aprendido”. A fase de teste é aplicada para a avaliação do desempenho do algoritmo, a partir de um conjunto de exemplos de teste, utilizando um conjunto diferente do usado na fase de treinamento. A partir dessas etapas, o modelo “aprendido” é usado para representar os interesses, ou prever ações futuras dos usuários.

A seleção da técnica de aprendizado, a ser empregada em cada caso, depende largamente dos dados de treinamento disponíveis. Existem duas principais distinções entre estas técnicas: as supervisionadas e as não supervisionadas. As técnicas supervisionadas requerem que os dados de treinamento estejam previamente classificados (cada exemplo de treinamento é assinalado para uma classe). Este processo é comumente referenciado como categorização ou classificação. Em contraste, as técnicas não supervisionadas não requerem a pré-classificação dos dados, agrupando os exemplos de treinamento a partir das características comuns que eles apresentam.

Dentre os algoritmos de aprendizado de máquina que têm sido utilizados com maior frequência, destacam-se: as árvores de decisão, as redes neurais artificiais, o algoritmo *Nearest Neighbor* e os classificadores bayesianos.

Entretanto, a modelagem de usuário apresenta características que dificultam a aplicação de técnicas de aprendizado de máquina. Webb, Pazzani e Billsus (2001) citam os seguintes desafios: a necessidade de grandes conjuntos de dados, a necessidade de dados classificados, a atualização do modelo e a complexidade computacional. Segundo Paliouras *et al* (1999), um grande conjunto de dados de treinamento provê modelos de usuários mais robustos. Deste modo, a exatidão de um modelo de usuário é dependente da quantidade de dados disponíveis para treinamento do algoritmo de aprendizado. Dentre as possibilidades para amenizar este problema, Webb, Pazzani e Billsus (2001) citam: uso de um modelo inicial

do usuário a partir do qual novos modelos são derivados e a utilização do algoritmo A-NN (SANTOS, 2004), que apresenta um desempenho aceitável sem a utilização de grandes quantidades de exemplos de treinamento, classificando novos exemplos a partir da similaridade que apresentam com os exemplos de treinamento disponíveis.

Outro ponto a ser considerado diz respeito à utilização de métodos de aprendizado supervisionados, os quais requerem a classificação explícita e prévia dos exemplos de treinamento, sendo necessária a definição de classes e propriedades que descrevem apropriadamente cada classe (ABBATTISTA *et tal*, 2002). No trabalho de Webb, Pazzani e Billsus (2001) são descritas algumas possíveis soluções para este problema, tais como: a explicitação de classes pelo usuário, a inferência de classes a partir de observações implícitas do comportamento do usuário; e a utilização de um conjunto inicial de exemplos classificados e aquisição de novos exemplos, similares aos do conjunto inicial (analisando documentos similares aos retornados por uma consulta realizada pelo usuário, por exemplo).

Outro desafio está na atualização do modelo. Segundo Billsus and Pazzani (1999), um modelo de usuário deve ser flexível para se adaptar as mudanças de interesses do usuário. Deste modo, os algoritmos de aprendizagem devem suportar a atualização dos modelos. Dentre as propostas para a atualização, segundo o ponto de vista de Chiu e Webb (1999), pode-se citar: a aplicação da técnica de janelamento (limitando os dados de treinamento conforme as  $n$  observações mais recentes do comportamento do usuário); e a utilização de modelos duais, ou seja, se um modelo treinado com dados recentes não oferecer exatidão suficiente, delega-se a classificação para um modelo treinado com dados anteriores.

É pertinente salientar ainda que, além das técnicas de aprendizado de máquina clássicas, outras técnicas de IA têm sido adotadas em modelagem de usuários, como, por exemplo, as técnicas de reconhecimento de planos (BAUER, 1996; CARBERRY, 2001), que inferem objetivos do usuário por meio do reconhecimento dos planos usados para atingir estes

objetivos. A partir das observações do comportamento do usuário, são identificadas as seqüências de ações, determinados os planos e previstas as próximas ações.

Assim, no contexto do nosso trabalho, para a identificação do modelo do aluno baseado nos Estilos Cognitivos de Aprendizagem, optamos por utilizar o método estatístico de **aprendizagem baseada em instâncias**, por meio de um classificador *K-Nearest Neighbour*. Este método foi escolhido por ser de fácil adaptação ao processamento *on-line* e será discutido detalhadamente a seguir.

### 2.6.1 Aprendizagem Baseada em Instâncias

A aprendizagem baseada em instâncias consiste, basicamente, em colecionar e armazenar um conjunto de instâncias de treino e depois utilizá-las para a classificação de uma nova instância (MITCHELL, 1997). Assim, todo o trabalho computacional é adiado até o momento em que for necessário classificar novas instâncias. Uma outra característica geral destes métodos é o fato de eles realizarem a classificação de uma nova instância considerando um subconjunto de instâncias treino. Assim, a função ou conceito a ser aprendido, pode ser avaliado localmente, dependendo apenas do número de instâncias locais selecionadas.

A aprendizagem baseada em instâncias compreende, essencialmente, três métodos: o método de *K-Nearest Neighbour* (K-Vizinhos mais Próximos), a regressão local ponderada e o raciocínio baseado em casos. Para o contexto do nosso trabalho, abordaremos apenas o método de *K-Nearest Neighbour*, que será utilizado no processo de identificação *on-line* do Modelo do Aluno baseado nos Estilos Cognitivos de Aprendizagem.

#### 2.6.1.1 O Método de *K-Nearest Neighbour*

O *K-Nearest Neighbour* é um dos métodos mais simples dentre os métodos da aprendizagem baseada em instâncias (MITCHELL, 1997). Ele é fundamentado em um

mecanismo de aprendizado que consiste em relembrar experiências anteriores (exemplos de treinamento). Assim, este algoritmo opera armazenando todos os exemplos disponíveis em um conjunto de treinamento, sendo cada exemplo representado como um ponto em um espaço pré-definido (espaço Euclidiano, por exemplo). A classificação de um novo exemplo é feita a partir da verificação dos  $K$  vizinhos mais próximos, no conjunto de treinamento ( $K$  exemplos mais similares), utilizando uma medida de similaridade (distância entre eles, por exemplo). Desta forma, um novo exemplo é assinalado para a classe correspondente ao vizinho mais similar. Uma função de distância comumente utilizada é a **Distância Euclidiana**, que é calculada conforme a fórmula abaixo:

$$d_i(x_i, x_j) = \sqrt{\sum_{r=1}^n (a_r(x_i) - a_r(x_j))^2} \quad (1)$$

onde:

- a) **di** – Distância Euclidiana;
- b) **x<sub>i</sub>** – exemplo a ser classificado;
- c) **x<sub>j</sub>** – exemplo do núcleo de *K-Nearest Neighbour*;
- d) **Σ** – soma dos quadrados;
- e) **√** – raiz da soma;
- f) **n** – quantidade de elementos a serem comparados entre  $x_i$  e  $x_j$ .

Como ponto positivo deste método destaca-se o fato do processo de aprendizagem ser muito simples e incremental e consistir, unicamente, na memorização das instâncias, tendo como consequência um tempo de aprendizagem baixo.

Quanto aos pontos negativos, um deles é a obrigatoriedade do armazenamento de todo o conjunto de observação (núcleos) para possibilitar a classificação de uma nova instância. Assim, quando este conjunto for muito grande, o processo de classificação tende a ficar lento, uma vez que existe a necessidade de calcular a distância até todas as instâncias armazenadas.

Outra dificuldade apresentada por este método é o chamado **problema da dimensionalidade**, que reside no fato do número de instâncias representativas necessárias aumentarem exponencialmente com o número de atributos das instâncias. Um outro problema, também relacionado com o número de atributos, consiste na possibilidade de existirem **atributos irrelevantes**, fazendo com que duas instâncias que até estariam próximas, encontrarem-se afastadas por consequência de valores muito diferentes nos atributos não-relevantes.

No presente trabalho, utilizamos um classificador *K-Nearest Neighbour* para identificar o ECA do aluno de acordo com a sua Trajetória de Aprendizagem. No entanto, utilizamos somente a sua capacidade de classificação, não empregando o seu processo de aprendizagem. Para isto, utilizamos as distribuições amostrais apresentadas na Tabela 1 como os descritores dos cinco núcleos que correspondem aos ECAS existentes. Assim, cada nova interação válida realizada pelo aluno nos permite verificar qual é a classificação mais provável para o ECA do aluno em questão.

A utilização do classificador *K-Nearest Neighbour* e sua aplicação na identificação do ECA do aluno serão explicadas detalhadamente no capítulo 4 deste trabalho. Os diversos testes realizados e os resultados obtidos serão apresentados no capítulo 5.

*Capítulo 3*

# UMA ARQUITETURA PARA UM SISTEMA DE HIPERMÍDIA ADAPTATIVA EDUCACIONAL

**A** utilização de aplicações para a *e-learning*, tem sido difundida cada vez mais. Entretanto, considerando que estas aplicações podem ser utilizadas por usuários com características diferentes, torna-se extremamente importante que exista a possibilidade de personalizá-las, levando em conta as diversidades de cada grupo de usuários. Assim, o uso da adaptação vem sendo proposto como um meio de satisfazer alunos com diferentes níveis de conhecimento, objetivos e preferências. Diante desta necessidade, apresentaremos neste capítulo, uma arquitetura básica para um Sistema de Hipermídia Adaptativa Educacional. É importante salientar que não é nosso objetivo implementar tal arquitetura de forma completa. No escopo do presente trabalho, estaremos desenvolvendo somente o Módulo de Identificação do Modelo do Aluno por meio do ECA.

### 3.1 Arquitetura Básica de um SHAE

Conforme citado no capítulo 2, um Sistema de Hiperídia Adaptativa deve possuir três elementos principais: o Modelo de Domínio, o Modelo de Usuário e o Modelo de Adaptação. Dentro do escopo do nosso trabalho, empregaremos a arquitetura apresentada na Figura 4 para o desenvolvimento de um Sistema de Hiperídia Adaptativa Educacional, visando ter uma base para o processo de identificação *on-line* do ECA do aluno.

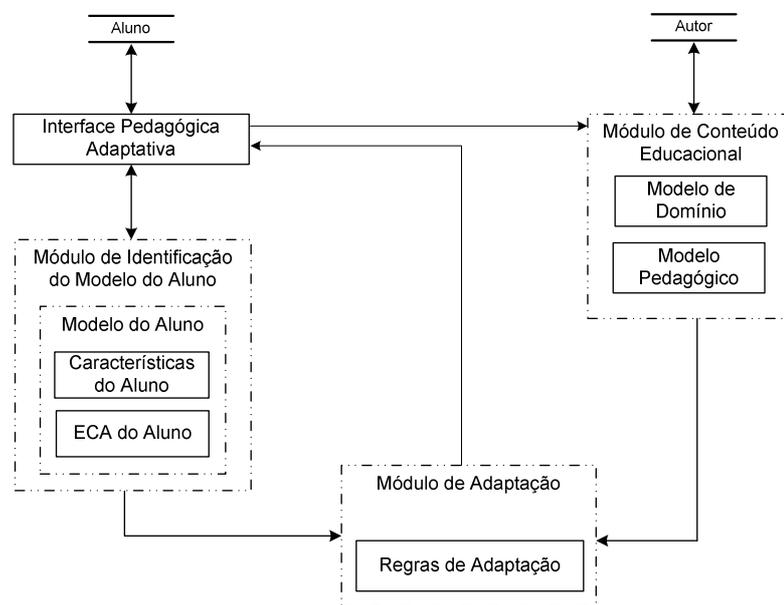


Figura 4. Arquitetura Simplificada do SHAE Proposto

O enfoque do presente trabalho reside no desenvolvimento do Módulo de Identificação do Modelo do Aluno, sendo que os demais foram desenvolvidos somente até o nível necessário para se obter os dados requeridos pelo presente trabalho.

A arquitetura acima emprega um conjunto de agentes pedagógicos que são utilizados para realizar a ligação entre os módulos do sistema e serão desenvolvidos paralelamente a eles. Além disso, eles também serão utilizados para auxiliar os agentes externos (alunos e autores) na execução de tarefas ligadas às atividades pedagógicas. Eles são compostos de: um **agente de interface**, que executará sua função juntamente com a Interface Pedagógica

Adaptativa; um **agente de modelagem do aluno**, que juntamente com outros agentes do processo de reconhecimento do ECA (agente observador e agente de reconhecimento do ECA), estará trabalhando no desenvolvimento das atividades do Módulo de Identificação do Modelo do Aluno; um **agente de adaptação**, que estará auxiliando o processo de adaptação de conteúdo; e de um **agente de conteúdo**, que auxiliará no controle e gerenciamento do conteúdo educacional.

Os módulos desta arquitetura interagem entre si por meio de três bases de dados: o *Log do Servidor*, a BC (Base de Conhecimento) e a BIN (Base de Interações), conforme pode ser visto na Figura 5 abaixo.

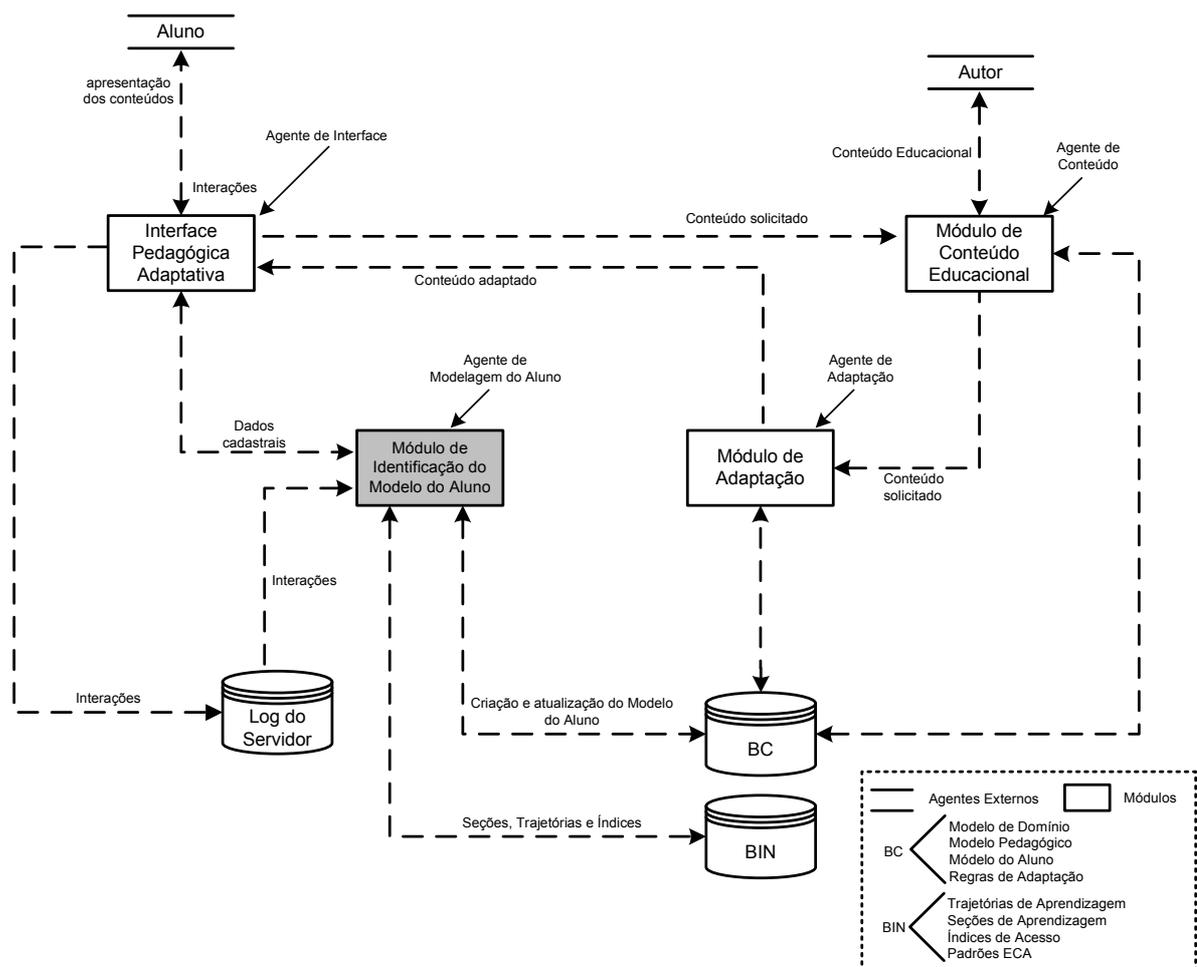


Figura 5. Arquitetura Detalhada do SHAE Proposto

O *Log do Servidor* será responsável pelo armazenamento de todas as interações de todos os alunos, gravadas sequencialmente na ordem em que acontecem no sistema.

Entendemos por **interação** todas as atividades realizadas pelos alunos nos diversos objetos disponíveis na interface para o acesso do conteúdo educacional, tais como o clique em um botão ou o acesso a uma página específica. A BC é uma base de conhecimento, dependente do domínio da aplicação, que deverá armazenar os modelos de domínio, pedagógico, do aluno e de adaptação. Já a BIN deverá conter todas as informações específicas de cada um dos alunos cadastrados, referentes aos acessos realizados por eles durante o processo de aprendizagem, sendo elas: as Seções de Aprendizagem, as Trajetórias de Aprendizagem, os Índices de Acesso e os Padrões ECA. Uma **Seção de Aprendizagem** pode ser descrita como sendo uma parte do *Log* do Servidor que armazena todas as interações realizadas por um determinado aluno, entre o seu *login* e seu *logout* no sistema. Já a **Trajetória de Aprendizagem** é uma parte da Seção de Aprendizagem que tem a função de armazenar todas as interações válidas que serão utilizadas no processo de identificação do ECA. No contexto do nosso trabalho, **interação válida** serão todas as interações utilizadas de fato no processo de identificação do ECA do aluno, tais como o tipo de recurso didático ou a forma de apresentação escolhida durante o processo de ensino e aprendizagem. Os **Índices de Acesso**, por sua vez, armazenarão todas as estatísticas de navegação de um aluno (índices de navegação e índices de tempo). Por último, os **Padrões ECA** serão responsáveis para informar ao sistema os índices de navegação padrões dos cinco estilos cognitivos (AA, CG, DA, ASA e RS), já apresentados na Tabela 1 deste trabalho, os quais serão utilizados pelo processo de identificação do ECA do aluno.

### 3.1.1 O Módulo de Conteúdo Educacional

O Módulo de Conteúdo Educacional será formado pelo **Modelo de Domínio** e pelo **Modelo Pedagógico**. O Modelo de Domínio será utilizado para armazenar o conteúdo a ser ensinado, representando o conhecimento de um especialista ou de um professor. Neste

módulo, o conteúdo educacional deverá ser estruturado no formato de matérias, tópicos e aulas, os quais serão empregados na montagem do currículo do curso, tal como apresenta a Figura 6.

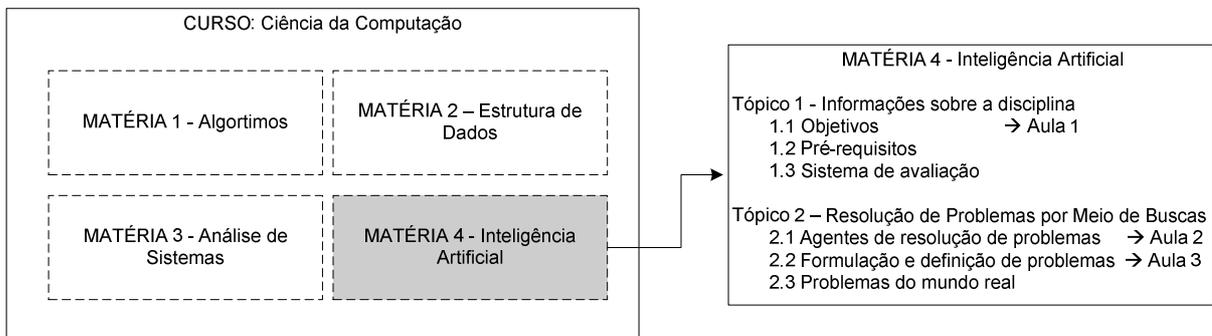


Figura 6. Estrutura do Conteúdo Educacional – Modelo de Domínio

O responsável pela estruturação e pelo desenvolvimento dos cursos, das matérias, dos tópicos e das aulas é o autor ou professor. As aulas deverão ser disponibilizadas aos alunos, tal como no trabalho de Souto *et al* (2001), utilizando **recursos didáticos** e **formas de apresentação** diferenciadas, como apresentado no Quadro 1 do capítulo 1. Assim, podemos observar três tipos de recursos didáticos: Conceito, Exercício e Exemplo. As formas de apresentação disponíveis para o recurso didático do tipo “Conceito” são: Somente Texto, Texto com Figura e Esquema com Figura; para o recurso didático do tipo “Exercício” são: Escolha Simples, Escolha Simples com Figura, Preencher Lacunas, Verdadeiro ou Falso e Relacionar Colunas; e para o recurso didático do tipo “Exemplo” são: Esquema com Figura e Texto com Figura.

O Modelo Pedagógico, por sua vez, armazenará as estratégias para o processo de ensino que deverão ser determinadas pelo autor do curso, informando ao sistema a seqüência do conteúdo educacional a ser apresentada, a necessidade ou não de revisão e o melhor momento para a apresentação de um novo tópico. É importante salientar que neste trabalho não será discutida a qualidade do Modelo Pedagógico, uma vez que o conteúdo educacional será limitado apenas ao estudo de caso desenvolvido para a obtenção das Trajetórias de

Aprendizagem do aluno.

O agente responsável pelas atividades relacionadas a este módulo é o **agente de conteúdo**, sendo suas principais funções:

- a) Dar apoio ao processo de comunicação do autor ou professor com o sistema, no momento da criação e do desenvolvimento dos cursos, matérias, tópicos e aulas;
- b) Gerenciar o conteúdo educacional armazenado no Modelo de Domínio e as estratégias de ensino armazenadas no Modelo Pedagógico; e
- c) Receber a solicitação de conteúdo educacional da Interface Pedagógica, verificando se os pré-requisitos do respectivo conteúdo já foram atendidos e, posteriormente, enviá-la ao Módulo de Adaptação.

### 3.1.2 O Módulo de Adaptação

O Módulo de Adaptação tem a função de armazenar um conjunto de regras para determinar a adaptação da apresentação do conteúdo educacional ao aluno, possibilitando que o sistema selecione automaticamente os tipos de recursos didáticos e as formas de apresentação mais adequadas ao ECA identificado.

O **agente de adaptação** será responsável pela realização das seguintes funções relacionadas ao sistema:

- a) Receber o material solicitado pelo aluno do Módulo de Conteúdo Educacional;
- b) Gerenciar a seleção das regras de adaptação adequadas ao ECA identificado, possibilitando a apresentação do conteúdo educacional por meio de recursos didáticos e formas de apresentação indicadas ao aluno;
- c) Disponibilizar na BC informações sobre as regras de adaptação selecionadas que, posteriormente, serão utilizadas para as devidas atualizações no Módulo de Identificação do Modelo do Aluno; e

d) Encaminhar o conteúdo educacional adaptado à Interface Pedagógica Adaptativa.

A Figura 7 apresenta detalhadamente a estrutura e o funcionamento deste módulo, bem como sua relação com os demais.

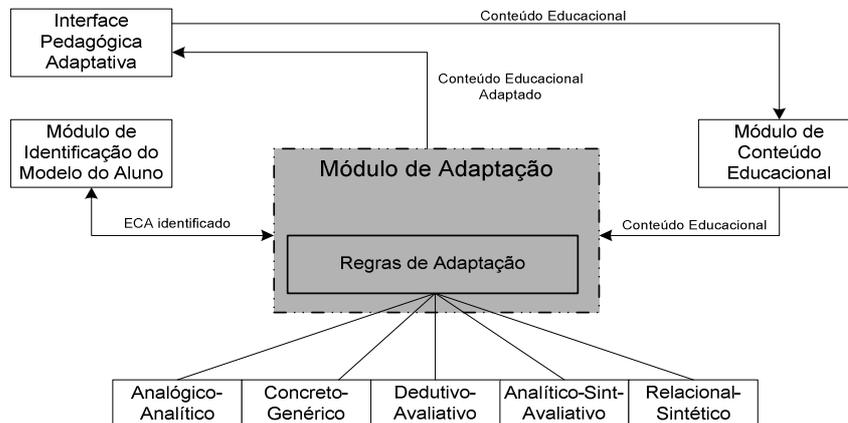


Figura 7. Estrutura do Módulo de Adaptação

### 3.1.3 A Interface Pedagógica Adaptativa

A Interface Pedagógica Adaptativa responderá pelo apoio à navegação dos alunos.

Assim, o **agente de interface** possuirá as seguintes atribuições:

- Receber as solicitações dos alunos da Interface Pedagógica Adaptativa (cursos, matérias, tópicos e aulas) e enviá-las ao Módulo de Conteúdo Educacional;
- Receber o conteúdo adaptado do Módulo de Adaptação e enviá-lo à Interface Pedagógica para ser apresentado ao aluno;
- Enviar as interações de todos os alunos para serem registradas no Log do Servidor;
- Enviar os dados cadastrais ao Módulo de Identificação do Modelo do Aluno, para que o mesmo realize a criação e atualização da base de modelos de alunos.

### 3.1.4 O Módulo de Identificação do Modelo do Aluno

O Módulo de Identificação do Modelo do Aluno é o foco deste trabalho. Ele será responsável por auxiliar o direcionamento da adaptabilidade do sistema, por meio do reconhecimento do modelo do aprendiz. Um modelo de aluno pode ser um elemento muito complexo, com vários atributos, porém, no escopo deste trabalho, ele resume-se aos seguintes elementos: as características do aluno, seu histórico de conteúdos acessados e seu ECA. As **características do aluno** serão todas as informações pessoais coletadas durante seu cadastro, tais como: nome, endereço, telefone, usuário, senha, etc. O **histórico de conteúdos acessados** armazenará a relação dos cursos, matérias, tópicos e aulas já estudados pelo aluno, indicando o conhecimento por ele adquirido. Já o **ECA do aluno** será identificado por meio de um classificador *on-line* e servirá para indicar quais regras de adaptação serão selecionadas pelo sistema para a apresentação do conteúdo educacional.

Neste módulo, o **agente de modelagem do aluno** responderá pelas seguintes funções:

- a) Criar e atualizar a base de modelos de alunos, a partir dos dados cadastrais recebidos da Interface Pedagógica e das informações sobre o ECA do aluno, transmitidas pelo processo de reconhecimento do ECA;
- b) Realizar a comunicação entre a Interface Pedagógica e o Modelo do Aluno, durante o processo de *login* do usuário no sistema;
- c) Receber as interações realizadas pelos alunos do *Log* do Servidor;
- d) Disponibilizar as informações sobre o Modelo do Aluno na BC, que, posteriormente, serão utilizadas pelo Módulo de Adaptação; e
- e) Criar e atualizar as Trajetórias de aprendizagem, as Seções de Aprendizagem e os Índices de Acesso, armazenados na BIN.

Assim, concluímos a descrição das características e das funcionalidades de cada um dos módulos pertencentes ao Sistema de Hipermídia Adaptativa Educacional. A seguir,

descreveremos detalhadamente o principal processo do Módulo de Identificação do Modelo do Aluno, ou seja, o processo de identificação e reconhecimento *on-line* do Estilo Cognitivo de Aprendizagem.

*Capítulo 4*

# UM PROCESSO DE IDENTIFICAÇÃO E RECONHECIMENTO *ON-LINE* DO ECA

**N**este capítulo, apresentaremos um processo de identificação e reconhecimento *on-line* dos Estilos Cognitivos de Aprendizagem do aluno em um ambiente de ensino e aprendizagem pela *Web*. Esta classificação será realizada por meio da observação e análise da Trajetória de Aprendizagem do estudante durante o seu processo de aquisição de conhecimento.

## **4.1 O Processo Global de Identificação e Reconhecimento *On-line* do ECA**

De um modo geral, um processo de identificação e reconhecimento *on-line* do ECA do aluno, em um ambiente de ensino e aprendizagem pela *Web*, requer a captura de cada

interação válida realizada pelo aluno, a geração de um conjunto de índices de acesso, a análise da sua Trajetória de Aprendizagem até aquele momento e a verificação das suas preferências de navegação, as quais indicarão qual classe de ECA apresenta maior influência sobre o seu estilo de aprendizagem. As etapas que devem ser consideradas neste processo são apresentadas na Figura 8. Algumas etapas exigirão a presença de agentes inteligentes para que o processo seja automatizado, sendo eles: nas etapas 1 e 2 – um agente observador e na etapa 4 – um agente de reconhecimento do ECA.

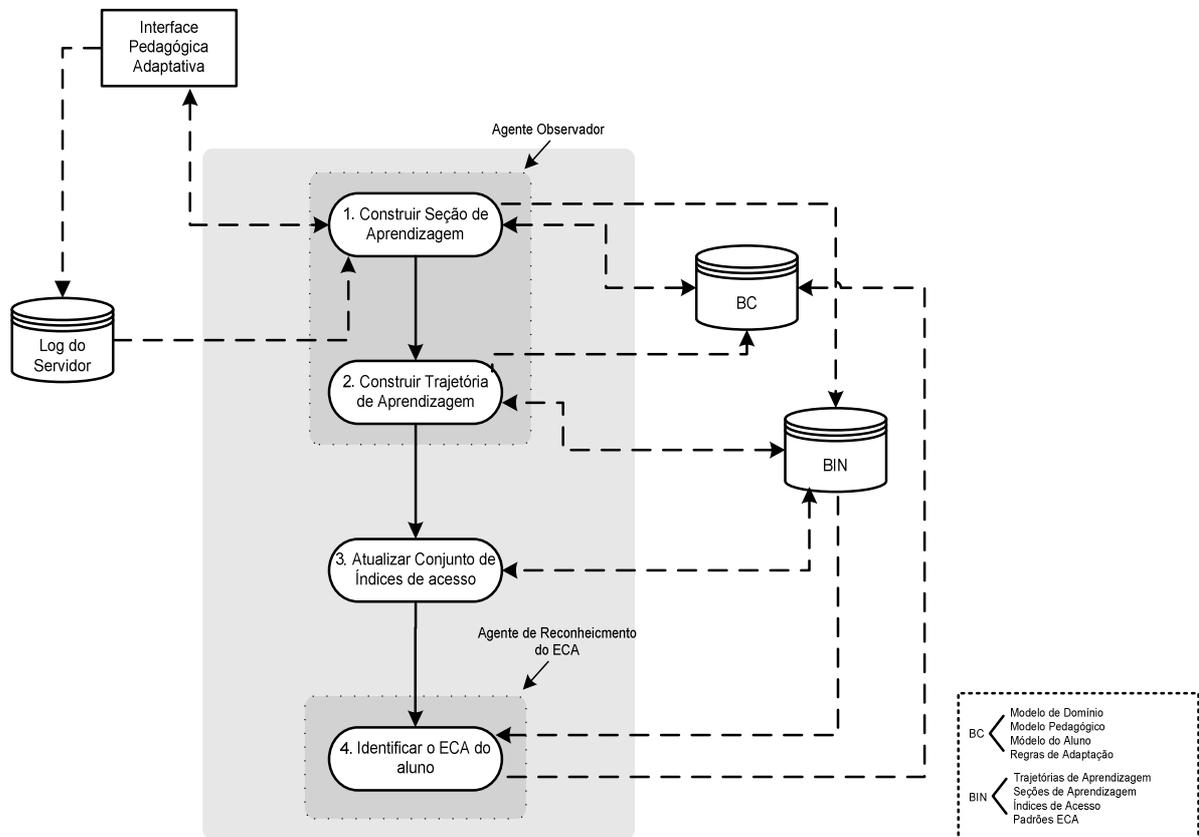


Figura 8. Processo Global de Identificação e Reconhecimento *On-Line* do ECA

A seguir, apresentaremos detalhadamente cada uma das etapas do processo de identificação e reconhecimento *on-line* do ECA do aluno em um ambiente de ensino e aprendizagem pela *Web*.

#### 4.1.1 A Construção das Seções de Aprendizagem

O agente responsável por esta etapa do processo é o **agente observador**. Este agente deverá ser capaz de comunicar-se com o agente de interface e receber dele as informações referentes à autenticação do usuário, tais como: *login*, senha e tipo de usuário (aluno ou professor). Com estes dados, ele deverá consultar a BC e decidir sobre a permissão ou não de acesso ao sistema. No entanto, seu principal papel nesta etapa é o gerenciamento da construção da Seção de Aprendizagem.

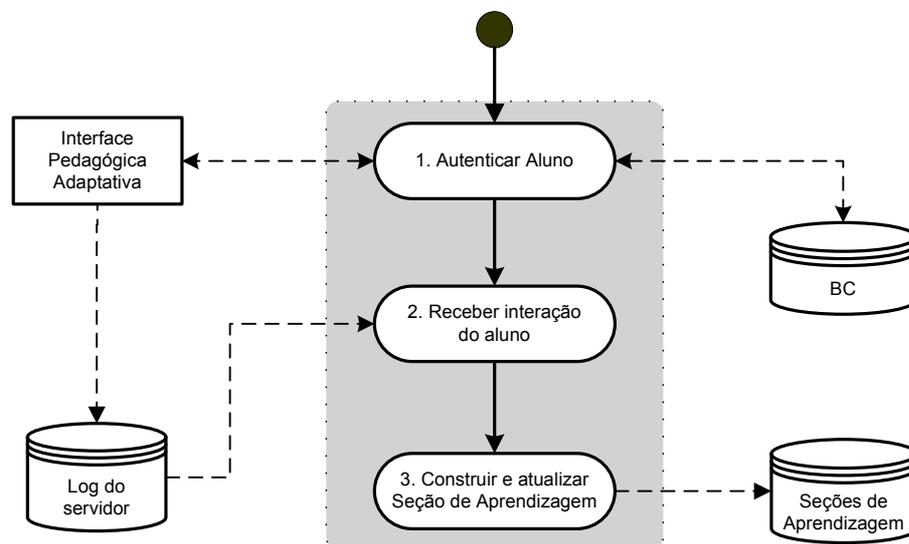


Figura 9. Construção de uma Seção de Aprendizagem

Como pode ser observado na Figura 9, após a autenticação do aluno no sistema, o agente de interface, presente na Interface Pedagógica Adaptativa, envia sequencialmente todas as interações realizadas para o *Log do Servidor*. Deste modo, como vários alunos podem estar acessando o sistema ao mesmo tempo, as interações de todos eles serão gravadas, na ordem em que elas acontecem. Paralelamente a isto, o agente observador busca cada uma dessas interações gravadas no *Log do Servidor* e as envia para a Seção de Aprendizagem do respectivo aluno. As Seções de Aprendizagem se diferem do *Log do Servidor* por serem específicas de um único aluno. Assim, todo aluno cadastrado no sistema, terá uma Seção de

Aprendizagem reservada exclusivamente a ele, onde serão armazenadas todas suas atividades realizadas durante o processo de ensino-aprendizagem. No Quadro 2, temos um exemplo de uma Seção de Aprendizagem construída pelo agente observador. A cada nova interação do aluno no sistema, o agente observador deverá atualizar sua respectiva Seção de Aprendizagem.

Quadro 2. Exemplo de uma Seção de Aprendizagem construída pelo Agente Observador

ID	IP	ID_AL	ID_PG	ID_RD	ID_FA	DIA	MÊS	ANO	HR	M	S
1	192.168.15.23	1	1	1	5	04	05	2006	20	18	57
2	192.168.15.23	1	2	1	5	04	05	2006	20	35	02
3	192.168.15.23	1	6	2	7	04	05	2006	20	55	28
4	192.168.15.23	1	8	3	12	04	05	2006	21	07	13
5	201.14.21.93	1	3	1	6	06	05	2006	14	23	45
6	201.14.21.93	1	4	2	9	06	05	2006	14	29	10
7	201.14.21.93	1	5	3	13	06	05	2006	15	10	07
8	201.14.21.93	1	7	1	4	06	05	2006	15	22	21
9	192.168.15.44	1	2	1	5	06	05	2006	19	10	54
10	192.168.15.44	1	9	2	11	06	05	2006	19	22	01
ID – Código da Interação					ID_RD - Código do Recurso Didático Acessado						
IP – Endereço de IP de Acesso do Aluno					ID_FA – Código da Forma de Apresentação Acessada						
ID_AL – Código do Aluno no Sistema					DIA, MÊS, ANO – Data do Acesso						
ID_PG – Código da Página Acessada					HR, M, S – Hora, Minuto e Segundo do Acesso						

É importante observar que a Seção de Aprendizagem armazenará **todas** as interações realizadas, mesmo aquelas acontecidas acidentalmente, isto é, quando o aluno simplesmente entra na página errada e sai logo em seguida, sem realizar nenhum estudo. A filtragem dessas interações será realizada na etapa a seguir.

#### 4.1.2 A Construção das Trajetórias de Aprendizagem

O **agente observador** também será o responsável pela realização das tarefas desta etapa. Conforme já citado acima, cada interação realizada no sistema, durante o processo de aquisição de conhecimento, gera uma atualização na Seção de Aprendizagem do respectivo aluno. No entanto, nem todas as interações são consideradas válidas para o processo de identificação do ECA do aluno, fazendo-se necessária uma filtragem das interações válidas e

não-válidas. Todas as interações válidas serão armazenadas na Trajetória de Aprendizagem do aluno. A Figura 10 apresenta esta etapa do processo.

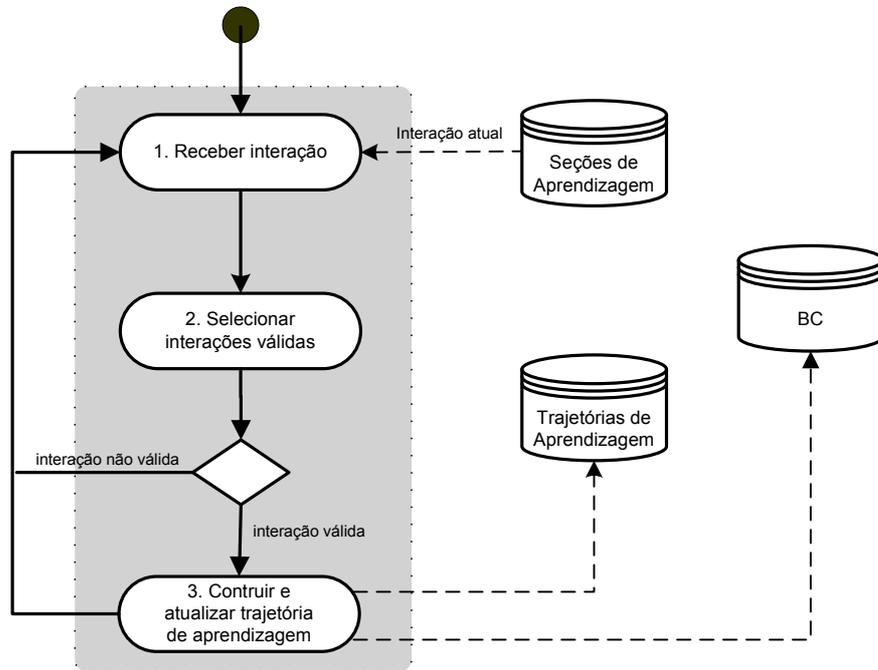


Figura 10. Construção de uma Trajetória de Aprendizagem

Assim, nesta etapa do processo de reconhecimento e identificação do ECA, o agente observador fará a filtragem das interações realizadas pelo aluno e disponibilizará as interações válidas na sua Trajetória de Aprendizagem. Serão consideradas **interações válidas** somente as interações de acesso às páginas de conteúdo educacional, excluindo-se todas as outras (tais como as páginas de *login* e as páginas de seleção de cursos, de matérias, de tópicos, de recursos didáticos e de formas de apresentação).

É importante ressaltar que, para que o acesso a uma página seja considerado válido, será necessário que o tempo de permanência nesta página seja maior ou igual ao **tempo limiar mínimo** pré-estabelecido pelo professor para a assimilação do conteúdo e menor ou igual ao **tempo limiar máximo**. Isto se dá pelo fato de que são comuns os acessos realizados acidentalmente, em qualquer tipo de navegação na *Web*. Deste modo, páginas acessadas com tempo de permanência nulo ou extremamente curto, indicam entrada e saída sem estudo do conteúdo. Além disso, páginas com tempo de permanência extremamente alto indicam que o

aluno acessou a página e que, de alguma forma, não permaneceu estudando, podendo ter saído da frente do computador ou ter acessado outra aplicação ou página na *Internet*. Vale à pena ressaltar ainda que, o quesito tempo é um elemento complicado para ser analisado, visto que é muito difícil identificar o tempo ideal de aprendizagem para qualquer indivíduo. No entanto, nosso objetivo com a definição de um tempo limiar mínimo e máximo foi apenas o de eliminar da Trajetória de Aprendizagem os acessos realizados pelo aluno sem a assimilação de conteúdo nas situações já discutidas anteriormente.

Todas as interações válidas armazenadas na Trajetória de Aprendizagem serão enviadas também para o Modelo do Aluno (Histórico) na BC, para atualizar as informações sobre os conteúdos já acessados, as quais servirão de pré-requisitos para a liberação do acesso a outros conteúdos do curso.

#### 4.1.3 A Atualização do Conjunto de Índices de Acesso

A cada nova interação válida identificada pelo agente observador e armazenada na Trajetória de Aprendizagem, faz-se necessária a atualização do conjunto de Índices de Acesso, que é subdividido em Índices de Navegação e Índices de Tempo. Este procedimento é realizado conforme apresenta a Figura 11.

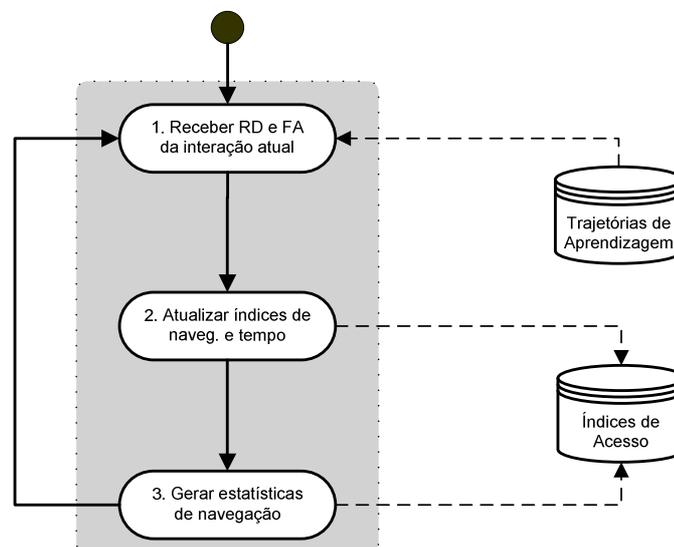


Figura 11. Atualização dos Índices de Acesso

Nesta etapa do processo, o sistema busca, na Trajetória de Aprendizagem, as seguintes informações sobre a interação atual: o tipo de recurso didático, o tipo de forma de apresentação, o horário de entrada e o horário de saída da página. Posteriormente, ele calcula o tempo de permanência na página e atualiza os Índices de Navegação e de Tempo com as informações coletadas, gravando-as nos Índices de Acesso. A Tabela 2 apresenta os cálculos realizados pelo sistema.

Tabela 2. Índices de Navegação e de Tempo

Índices de Navegação	Total de Páginas Visitadas	Somatório do total de páginas visitadas pelo aluno
		Somatório do total de páginas de cada um dos Recursos Didáticos
		Somatório do total de páginas de cada uma das Formas de Apresentação
	Frequência Relativa de Acesso aos RDs e FAs	Percentual de páginas de cada um dos Recursos Didáticos
Percentual de páginas de cada uma das Formas de Apresentação		
Índices de Tempo	Tempo Total de Permanência	Somatório do tempo de permanência no sistema por aluno
		Somatório do tempo de permanência em cada um dos Recursos Didáticos
		Somatório do tempo de permanência em cada uma das Formas de Apresentação
	Percentual de Permanência nos RDs e FAs	Percentual do tempo de permanência em cada um dos Recursos Didáticos
		Percentual do tempo de permanência em cada uma das Formas de Apresentação

Fonte: adaptada de Souto (2003, p. 55)

#### 4.1.4 O Processo de Identificação e Reconhecimento do ECA

Nesta etapa do processo, já possuímos todas as informações necessárias para a identificação do ECA do aluno, ou seja, sua Trajetória de Aprendizagem e o conjunto de Índices de Acesso atualizados. O agente de reconhecimento do ECA é o responsável pela realização das atividades desta etapa, as quais são apresentadas na Figura 12.

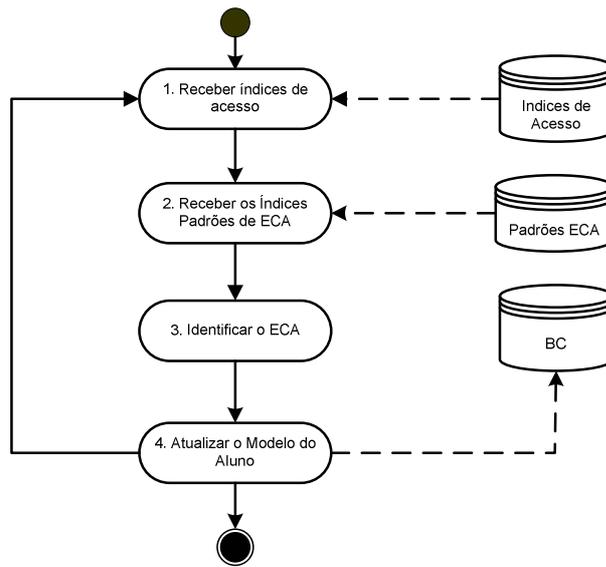


Figura 12. O Processo Final de Identificação do ECA

Souto (2003) estudou algumas técnicas de aprendizagem de máquina *offline* na tentativa de identificar corretamente o ECA de um aluno durante sua Trajetória de Aprendizagem, sendo elas: a Análise Discriminante, o Classificador Bayesiano Ingênuo e as Árvores de Decisão. Segundo sua conclusão, a técnica que apresentou o melhor resultado para a classificação do ECA foram as Árvores de Decisão. No entanto, o nosso interesse está na identificação e no reconhecimento *on-line* do ECA do aluno e as Árvores de Decisão não se adaptam facilmente a esta situação. A principal diferença de uma técnica para a outra é que, na utilização de uma técnica *offline* é possível capturar primeiramente todas as interações do aluno, analisá-las e, posteriormente identificar o seu ECA respectivo. Já em uma técnica *on-line* exige-se que esta identificação seja feita em tempo real, durante a interação do aluno com o sistema. Diante disso, escolhemos trabalhar com um classificador baseado na técnica de *K-Nearest Neighbour*, utilizando a Distância Euclidiana como métrica de semelhança e os núcleos formados pelos valores percentuais presentes na Tabela 1. A adequação deste classificador será discutida a seguir.

#### 4.1.4.1 O Classificador *K-Nearest Neighbour* com Distância Euclidiana

Conforme discutimos no capítulo 2, a técnica de aprendizagem de máquina baseada em *K-Nearest Neighbour* emprega todas as instâncias para construir os núcleos dos *K clusters* que particionam a amostra. Estes núcleos são posteriormente empregados na fase de classificação de novas instâncias. No entanto, como não dispomos dos dados originais de Souto (2003) para realizarmos a aprendizagem dos núcleos, optamos por utilizar as distribuições amostrais dadas na Tabela 1 como os descritores dos cinco núcleos que correspondem aos ECAs existentes. Apesar de não termos núcleos reais, esta opção é bastante razoável, visto que é uma distribuição representativa dos dados originais. Deste modo, em nosso trabalho, utilizaremos somente o mecanismo de classificação da técnica de *K-Nearest Neighbour*, deixando de lado sua capacidade de aprendizagem.

Para possibilitar a geração dos testes foi necessário obter algumas trajetórias de aprendizagem. Para isto, a princípio, tínhamos duas opções: a) utilizar navegações reais obtidas pela observação de alunos que efetivamente utilizaram o sistema, ou b) simular estas navegações baseadas nas distribuições amostrais fornecidas pela Tabela 1. Apesar de os resultados da primeira opção, certamente, serem mais precisos, sua execução demandaria muito tempo, podendo inviabilizar este trabalho. Deste modo, neste estágio da investigação achamos mais interessante verificar a utilidade das técnicas do que seu grau de precisão em um caso real. Portanto, escolhemos simular, probabilisticamente, as escolhas feitas por um aluno em relação aos recursos didáticos e as formas de apresentação disponíveis no ambiente.

Assim, utilizamos o Método da Roleta para gerar as Trajetórias de Aprendizagem utilizadas para os testes realizados. Neste método, cada elemento da Trajetória de Aprendizagem tem sua representação proporcional na roleta, de acordo com os dados apresentados na Tabela 1. Assim, a roleta é girada  $N$  vezes, de acordo com a quantidade de interações desejadas. Deste modo, a Trajetória de Aprendizagem resultante será

estatisticamente semelhante à trajetória padrão do respectivo ECA em estudo. A Figura 13 apresenta um exemplo ilustrativo de uma roleta preparada para gerar uma navegação do tipo AA, utilizando apenas os Recursos Didáticos. É importante verificar que os índices da roleta são iguais aos índices originais, provenientes do estudo de Souto (2003), apresentados na Tabela 1, no capítulo 2.

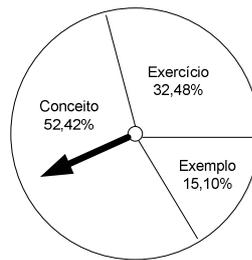


Figura 13. Método da Roleta para a Geração de Trajetórias de Aprendizagem

Com a simulação das Trajetórias de Aprendizagem, o próximo passo para realizar a classificação é calcular a Distância Euclidiana entre os índices da navegação simulados ( $x_i$ ) e os índices da navegação armazenados nos núcleos ( $x_j$ ) para todas as classes de ECAs, atualizando estas distâncias a cada nova interação válida e gerando uma nova classificação. A classe de ECA escolhida pelo classificador será aquela que tiver uma proximidade maior da navegação do aluno, ou seja, a que apresentar uma menor Distância Euclidiana. O valor da Distância Euclidiana é dado pela fórmula abaixo:

$$d_i(x_i, x_j) = \sqrt{\sum_{r=1}^n (a_r(x_i) - a_r(x_j))^2}$$

onde:

- a)  **$d_i$**  – Distância Euclidiana;
- b)  **$x_i$**  – índice atual de navegação do aluno;
- c)  **$x_j$**  – índice de navegação do núcleo de *K-Nearest Neighbour*, correspondente ao ECA;
- d)  **$\Sigma$**  – soma dos quadrados;

- e)  $\sqrt{\quad}$  – raiz da soma;
- f)  $n$  – quantidade de elementos a serem comparados entre  $x_i$  e  $x_j$ .

A Tabela 3 apresenta um exemplo de resultados obtidos em uma Trajetória de Aprendizagem com 5 interações. Como podemos observar, todas as classes de ECAs partem de um mesmo ponto, pois consideramos que inicialmente todas possuem a mesma probabilidade, visto que não temos nenhuma informação prévia sobre o aluno. É importante observar que isto deve ocorrer somente com alunos novos, pois após a primeira entrada do aluno no sistema, suas informações serão armazenadas no Modelo do Aluno e serão utilizadas como ponto de partida nas próximas classificações. Assim, a cada nova interação válida, o classificador recalcula a Distância Euclidiana de cada um dos ECAs.

Tabela 3. Exemplo do Cálculo da Distância Euclidiana

Interação	AA	CG	DA	ASA	RS	Classificação
0	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	–
1	<b>0,5966</b>	0,7084	0,6720	0,7726	0,8093	AA
2	0,4787	<b>0,3422</b>	0,5106	0,5846	0,4456	CG
3	0,4003	<b>0,3664</b>	0,4617	0,5619	0,4894	CG
4	0,1314	<b>0,1072</b>	0,1650	0,2535	0,2019	CG
5	<b>0,1581</b>	0,2226	0,2283	0,3329	0,3219	AA

Os resultados apresentados na Tabela 3 foram normalizados, gerando valores equivalentes aos originais, cuja somatória totaliza 1, isso foi necessário para facilitar a visualização da tendência de uma Trajetória de Aprendizagem a um ECA específico. Para a normalização dos valores, utilizamos a seguinte fórmula:

$$\text{distância}_{\text{normalizada}} = \frac{\text{distância}_{\text{original}}}{\sum \text{distância}_{\text{original}}} \quad (2)$$

Os testes realizados e os resultados obtidos com a utilização do classificador *K-Nearest Neighbour* serão apresentados no capítulo a seguir.

*Capítulo 5*

## OS TESTES REALIZADOS E OS RESULTADOS OBTIDOS

**C**om o objetivo de verificar o comportamento e a eficiência do classificador *K-Nearest Neighbour* na identificação *on-line* do ECA do aluno, vários testes foram realizados. Para isto, geramos sete trajetórias de aprendizagem diferenciadas, sendo distribuídas da seguinte forma: cinco direcionadas a um ECA específico e duas mistas. Uma **Trajétoria de Aprendizagem direcionada** é aquela que possui uma classificação final previamente conhecida. Para isto, foi necessário gerar índices de navegação próximos ao índice da navegação padrão da classe de ECA que se deseja identificar. A Tabela 4 apresenta uma parte de uma Trajetória de Aprendizagem direcionada ao ECA AA, contendo 106 interações. Esta Trajetória de Aprendizagem completa encontra-se nos Apêndices A e B. Os números de 4 a 13 indicam os tipos de formas de apresentação disponíveis no ambiente de ensino, sendo eles respectivamente: 4) Conceito Esquema com Figura; 5) Conceito Texto com

Figura; 6) Conceito Somente Texto; 7) Exercício Escolha Simples; 8) Exercício Escolha Simples com Figura; 9) Exercício Preencher Lacunas; 10) Exercício Verdadeiro ou Falso; 11) Exercício Relacionar Colunas; 12) Exemplo Esquema com Figura e 13) Exemplo Texto com Figura. Embora não seja demonstrado na Tabela 4, os números de 1 a 3 indicam os tipos de recursos didáticos disponíveis no ambiente, sendo eles: 1) Conceito; 2) Exercício e 3) Exemplo. Já os valores percentuais representam o índice de acesso às respectivas formas de apresentação e são obtidos a partir da divisão do total de páginas visitadas de cada uma das formas de apresentação sobre a quantidade total de interações.

Tabela 4. Exemplo de uma Trajetória de Aprendizagem Direcionada ao ECA AA

Inter	Índices de Navegação do Aluno – Formas de Apresentação ( $x_i$ )										ECA
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	33.3%	33.3%	0.0%	0.0%	33.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	ASA
2	50.0%	25.0%	0.0%	0.0%	25.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	DA
3	40.0%	20.0%	20.0%	0.0%	20.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	DA
4	33.3%	33.3%	16.7%	0.0%	16.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	AA
5	28.6%	28.6%	14.3%	14.3%	14.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	AA
...											
106	8.49%	29.25%	15.09%	9.43%	13.21%	3.77%	2.83%	2.83%	8.49%	6.60%	AA
	Índices de Navegação Padrão do ECA AA ( $x_i$ )										
	14,84%	29,39%	8,19%	8,97%	13,21%	2,68%	3,34%	4,28%	6,64%	8,46%	AA

Como podemos observar, o conjunto dos índices de navegação gerados no final da trajetória está bem próximo ao conjunto de índices referentes à Trajetória de Aprendizagem padrão do ECA AA. Optamos por gerar navegações contendo a mesma quantidade de interações utilizadas por Souto (2003, p. 84), objetivando chegar o mais próximo possível dos dados originais apresentados na Tabela 1. Assim, pudemos obter Trajetórias de Aprendizagem com classificações já conhecidas, o que nos proporcionou condições de avaliar os resultados do classificador *K-Nearest Neighbour*. As Trajetórias de Aprendizagem geradas foram:

- Trajetória de aprendizagem direcionada ao ECA AA, com 106 interações;
- Trajetória de aprendizagem direcionada ao ECA CG, com 85 interações;
- Trajetória de aprendizagem direcionada ao ECA DA, com 78 interações;

- d) Trajetória de aprendizagem direcionada ao ECA ASA, com 77 interações; e
- e) Trajetória de aprendizagem direcionada ao ECA RS, com 223 interações.

Um outro tipo de trajetória gerada para a realização dos testes foi **Trajetória de Aprendizagem mista**, na qual uma parte da navegação foi direcionada a um ECA específico, tal como na anterior, e outra parte foi gerada aleatoriamente, sem nenhum direcionamento a qualquer uma das classes. O objetivo deste tipo de navegação foi verificar se o classificador *K-Nearest Neighbour* seria capaz de identificar corretamente o direcionamento realizado nos intervalos conhecidos. Além disso, desejávamos verificar também se o classificador teria condições de identificar a influência de um ECA predominante, mesmo que apenas parte da navegação fosse direcionada a ele. E, por último, gostaríamos de estudar se o classificador seria capaz de identificar as possíveis variações de comportamento do aluno, que podem ocorrer ao longo da sua navegação. As Trajetórias de Aprendizagem geradas para este caso foram:

- a) Trajetória de aprendizagem mista CG, com 240 interações; e
- b) Trajetória de aprendizagem mista ASA, com 280 interações.

Apresentamos a seguir os resultados de cada uma das simulações realizadas para verificar o comportamento do classificador *K-Nearest Neighbour*.

### 5.1.1 Resultados da Simulação Direcionada ao ECA AA

A primeira Trajetória de Aprendizagem gerada para a realização dos testes com o classificador *K-Nearest Neighbour*, com 106 interações, buscou simular a identificação de um aluno que possui um ECA do tipo AA. Os índices de navegação resultantes dos dados simulados e os índices de navegação padrão do ECA AA são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Navegação Padrão x Navegação Direcionada – AA

ECA AA		Padrão ( $x_j$ )	Direcionada ( $x_i$ )	
Frequência Relativa de Acesso aos RDs	Conceito	52,42%	52,83%	
	Exercício	32,48%	32,08%	
	Exemplo	15,10%	15,09%	
Frequência Relativa de Acesso às FAs	Conceito	Somente Texto	8,19%	8,49%
		Textual com Figura	29,39%	29,25%
		Esquema com Figura	14,84%	15,09%
	Exercício	Verdadeiro ou Falso	3,34%	3,77%
		Relacionar Colunas	4,28%	3,77%
		Escolha Simples	8,97%	8,49%
		Preencher Lacunas	2,68%	2,83%
	Exemplo	Escolha Simples com Figura	13,21%	13,21%
		Textual com Figura	8,46%	8,49%
		Esquema com Figura	6,64%	6,60%

A partir da geração da Trajetória de Aprendizagem direcionada ao ECA AA (Apêndice A e B), calculamos as respectivas Distâncias Euclidianas entre a navegação padrão do ECA AA ( $x_j$ ) e a navegação simulada ( $x_i$ ), considerando separadamente os Recursos Didáticos (Apêndice C) e as Formas de Apresentação (Apêndice D) selecionadas. Com as Distâncias Euclidianas, geramos dois gráficos que nos permite visualizar toda a Trajetória de Aprendizagem simulada. O primeiro, apresentado na Figura 14, mostra o direcionamento do ECA do aluno considerando somente os Recursos Didáticos escolhidos. E o segundo, apresentado na Figura 15, mostra este direcionamento considerando somente as Formas de Apresentação.

Na navegação apresentada na Figura 14, percebemos que, desde o início, o classificador identificou a tendência ao estilo AA (a curva mais próxima do eixo horizontal). Isto ocorreu devido ao fato de que, na Trajetória de Aprendizagem simulada, os primeiros recursos didáticos escolhidos pelo aluno foram do tipo Conceito. Isto explica também a grande diferença apresentada no gráfico entre a classe AA, que prefere aprender com a utilização de Conceitos, e a classe RS, que é a que menos utiliza este recurso durante o aprendizado.

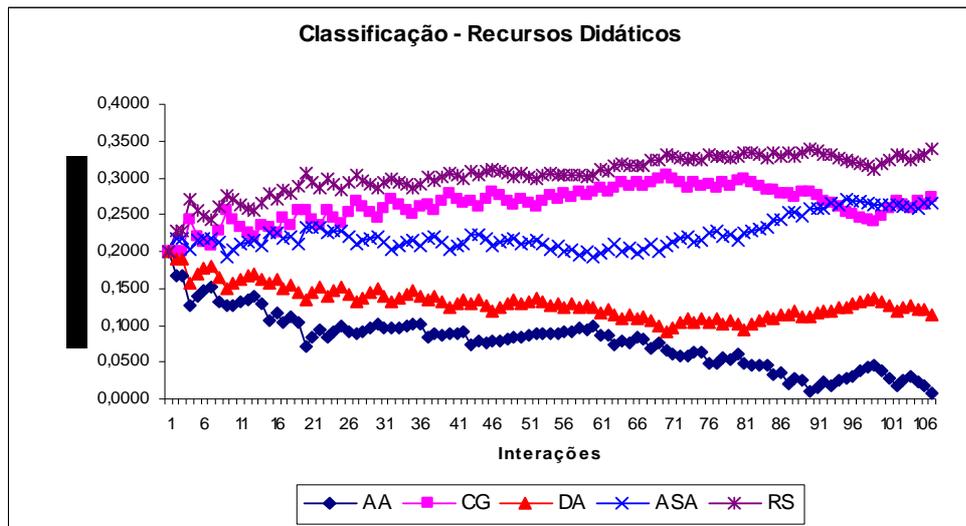


Figura 14. Gráfico da Simulação Direcionada ao ECA AA – Recursos Didáticos

Na navegação apresentada na Figura 15, podemos perceber a existência de algumas diferenças em relação à Figura 14, embora a Trajetória de Aprendizagem seja a mesma. No início da navegação houve muitas oscilações entre os vários ECAs, ocorrendo algumas classificações do tipo DA e ASA, porém após a vigésima nona (29<sup>a</sup>) interação, o classificador começa a identificar de forma clara qual seria o ECA de maior influência para o aluno em questão. Assim, embora nos dois casos o classificador tenha conseguido identificar corretamente o estilo cognitivo do aluno, percebemos que ao considerar as formas de apresentação, em vez dos recursos didáticos, a classificação tende a ser mais precisa. Este fato

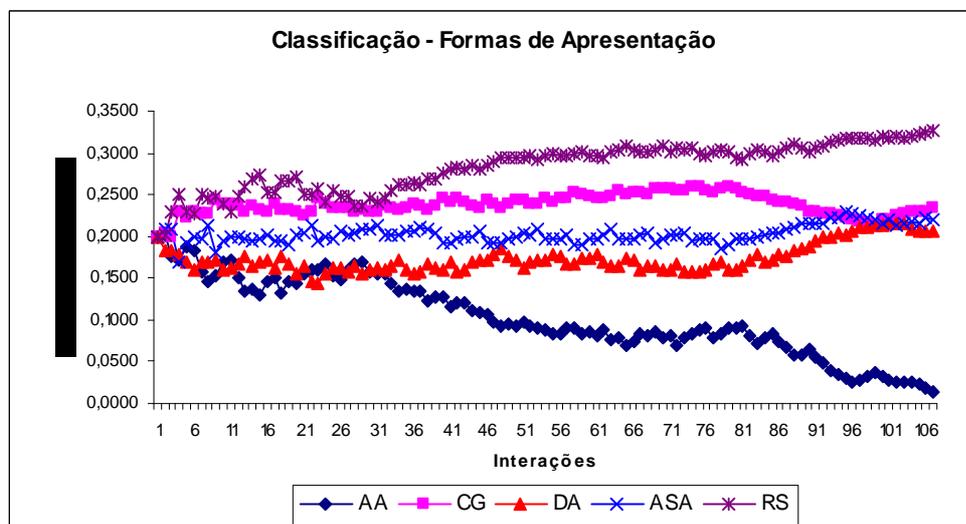


Figura 15. Gráfico da Simulação Direcionada ao ECA AA – Formas de Apresentação

pode ser explicado pela maior quantidade de variáveis consideradas na análise. As classificações finais mostraram-se as mesmas apresentadas na Figura 14, ou seja, uma maior influência para o estilo AA, seguida pelos estilos DA, ASA, CG e RS.

### 5.1.2 Resultados da Simulação Direcionada ao ECA CG

Os índices de navegação resultantes da Trajetória de Aprendizagem, contendo 85 interações (Apêndice E e F), gerada para simular a identificação de um aluno da classe CG, bem como os índices da navegação padrão do ECA CG são apresentados na Tabela 6. A partir desta Trajetória de Aprendizagem simulada, calculamos a Distância Euclidiana entre a navegação do aluno ( $x_i$ ) e a navegação padrão do ECAs em estudo (Apêndice G e H), analisando em especial o CG ( $x_j$ ). Novamente, foram gerados dois gráficos: o primeiro, apresentado na Figura 16, considerando apenas os Recursos Didáticos e o segundo, apresentado na Figura 17, considerando apenas as Formas de Apresentação escolhidas.

Tabela 6. Navegação Padrão x Navegação Direcionada – CG

		ECA CG	Padrão ( $x_j$ )	Direcionada ( $x_i$ )
Frequência Relativa de Acesso aos RDs		Conceito	42,31%	42,35%
		Exercício	26,91%	27,06%
		Exemplo	30,78%	30,59%
Frequência Relativa de Acesso às FAs	Conceito	Somente Texto	4,51%	4,71%
		Textual com Figura	24,35%	24,71%
		Esquema com Figura	13,45%	12,94%
	Exercício	Verdadeiro ou Falso	6,09%	5,88%
		Relacionar Colunas	2,57%	2,35%
		Escolha Simples	9,55%	9,41%
		Preencher Lacunas	2,20%	2,35%
	Exemplo	Escolha Simples com Figura	6,50%	7,06%
		Textual com Figura	20,18%	20,00%
		Esquema com Figura	10,60%	10,59%

Observando a Trajetória de Aprendizagem simulada na Figura 16, considerando somente os Recursos Didáticos, percebemos que houve algumas alterações importantes. No

início da navegação, o classificador *K-Nearest Neighbour* apresentou várias oscilações quanto à escolha das classes, indicando uma maior influência para as classes AA, DA e ASA. Isto se deu pelo fato de que as primeiras escolhas feitas dentro do ambiente foram para o RD do tipo Conceito e do tipo Exercício. Verificando atentamente a Tabela 1, percebemos que as classes de AA, DA e ASA são as que mais utilizam estes dois recursos, explicando tais classificações. Isto nos indica, ainda, que estas três classes possuem algumas semelhanças, pois obtiveram Distâncias Euclidianas muito próximas.

É possível perceber pelas Figuras 16 e 17 que, ao considerarmos apenas os RDs disponíveis, temos a necessidade de utilizar um número maior de interações para identificar com clareza o ECA do aluno em questão. Isto se deve ao fato de estarmos analisando apenas três variáveis, existindo, portanto, uma maior possibilidade de ocorrer uma classificação incorreta. A partir da vigésima terceira (23ª) interação, o classificador já conseguiu identificar corretamente o ECA que estávamos simulando, ou seja, o CG. Os estilos de menor influência, em ordem decrescente foram os estilos RS, AA, DA e ASA.

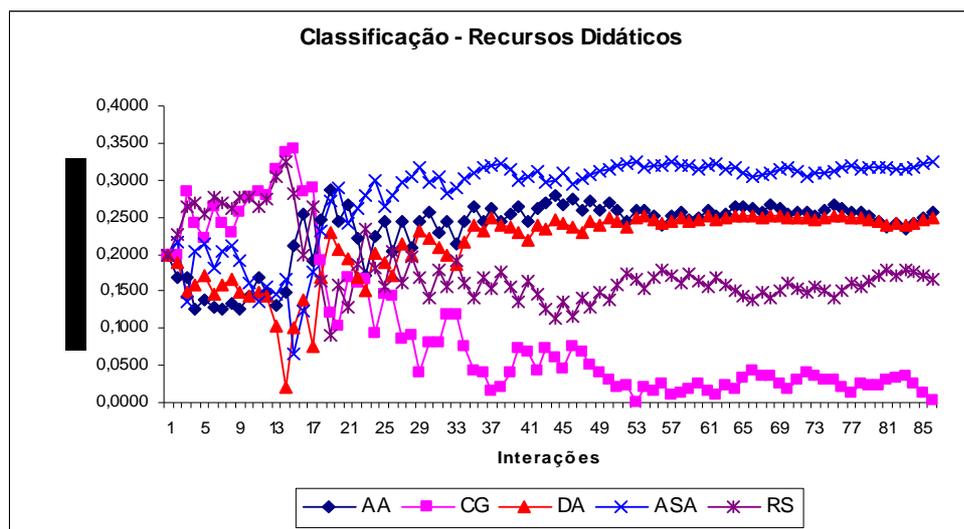


Figura 16. Gráfico da Simulação Direcionada ao ECA CG – Recursos Didáticos

Analisando a Figura 17, que considera apenas as Formas de Apresentação escolhidas, percebemos que, assim como na Figura 16, as primeiras classificações realizadas pelo

classificador *K-Nearest Neighbour*, também, apontaram influência para os estilos AA e DA. Uma outra semelhança entre os dois gráficos é que ambos demonstraram mudança na curva do estilo CG, que a princípio ficou distante do ECA padrão, mas que durante a aprendizagem foi se tornando mais influente, até se tornar dominante. Entretanto, uma diferença nesta figura, é que não houve nenhuma classificação para o estilo ASA, ao contrário da Figura 16. Isto nos mostra, novamente, que utilizando uma quantidade maior de variáveis, temos condições de ter uma classificação mais precisa, porque são considerados um número maior de características e de preferências.

O classificador conseguiu identificar corretamente o ECA do aluno a partir da décima sétima (17ª) interação. As demais classificações, para os estilos de menor influência, em ordem decrescente, ficaram para os estilos RS (este mais próximo, por ser mais parecido com o CG), AA, DA e ASA, ou seja, idêntico ao apresentado na Figura 16, que considerou apenas os RDs escolhidos durante a Trajetória de Aprendizagem.

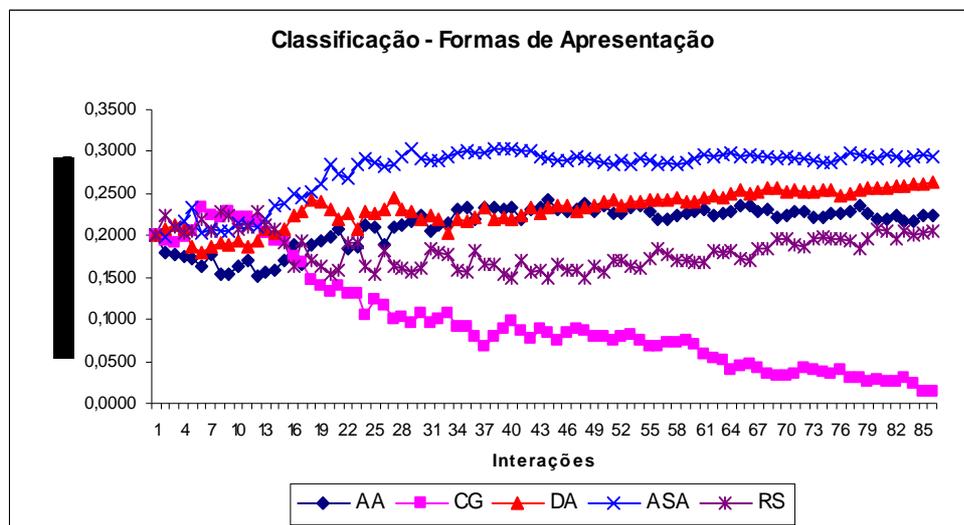


Figura 17. Gráfico da Simulação Direcionada ao ECA CG – Formas de Apresentação

### 5.1.3 Resultados da Simulação Direcionada ao ECA DA

Os índices de navegação da Trajetória de Aprendizagem, gerada com 78 interações, com o objetivo de simular a identificação de um aluno da classe DA, bem como os índices de navegação padrão do ECA DA são apresentados na Tabela 7. Assim, com esta Trajetória de Aprendizagem, calculamos a Distância Euclidiana entre a navegação do aluno ( $x_i$ ) e a navegação padrão dos demais ECAs, analisando em especial o DA ( $x_j$ ).

Tal como nos testes anteriores, foram gerados dois gráficos: o primeiro, apresentado na Figura 18, considerando as escolhas realizadas quanto aos Recursos Didáticos e o segundo, apresentado na Figura 19, considerando as Formas de Apresentação escolhidas durante o processo de aprendizagem.

Tabela 7. Navegação Padrão x Navegação Direcionada – DA

		ECA DA	Padrão ( $x_j$ )	Direcionada ( $x_i$ )
Frequência Relativa de Acesso aos RDs		Conceito	46,71%	44,87%
		Exercício	37,49%	39,74%
		Exemplo	15,80%	15,38%
Frequência Relativa de Acesso às FAs	Conceito	Somente Texto	6,95%	6,41%
		Textual com Figura	18,70%	17,95%
		Esquema com Figura	21,06%	20,51%
	Exercício	Verdadeiro ou Falso	8,41%	8,97%
		Relacionar Colunas	5,09%	5,13%
		Escolha Simples	5,86%	6,41%
		Preencher Lacunas	5,92%	6,41%
		Escolha Simples com Figura	12,21%	12,82%
	Exemplo	Textual com Figura	7,74%	7,69%
		Esquema com Figura	8,06%	7,69%

Como nos demais casos de uso somente do RD, analisando a Figura 18, percebemos que no início da Trajetória de Aprendizagem houve uma grande oscilação entre as classificações dos ECAs e que, por várias vezes, o classificador *K-Nearest Neighbour* identificou o indivíduo como AA. Isto aconteceu devido às semelhanças que existem entre as preferências das pessoas que pertencem às classes DA e AA, pois ambas possuem as mesmas

preferências quanto aos Recursos Didáticos, mudando apenas a intensidade com que usam tais elementos. Isto explica, também, o fato do classificador ter levado um maior tempo para identificar o ECA de maior influência na Trajetória de Aprendizagem, ou seja, ele necessitou de aproximadamente 45 interações.

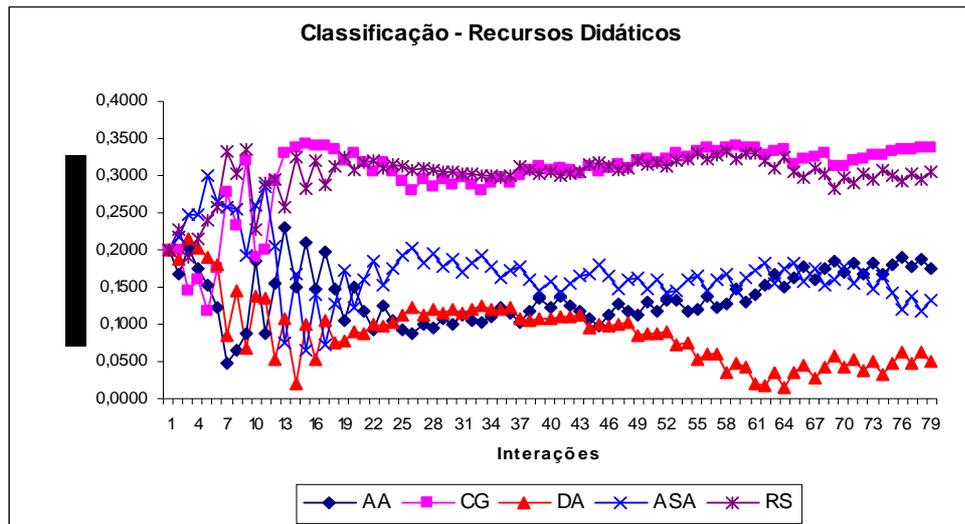


Figura 18. Gráfico da Simulação Direcionada ao ECA DA – Recursos Didáticos

Observando a Figura 19, percebemos que a utilização das Formas de Apresentação escolhidas durante a Trajetória de Aprendizagem melhora, significativamente, os resultados da classificação, conseguindo identificar corretamente o ECA que estávamos simulando no caso, o DA, a partir da décima terceira (13<sup>a</sup>) interação. Percebemos ainda que, tal como na

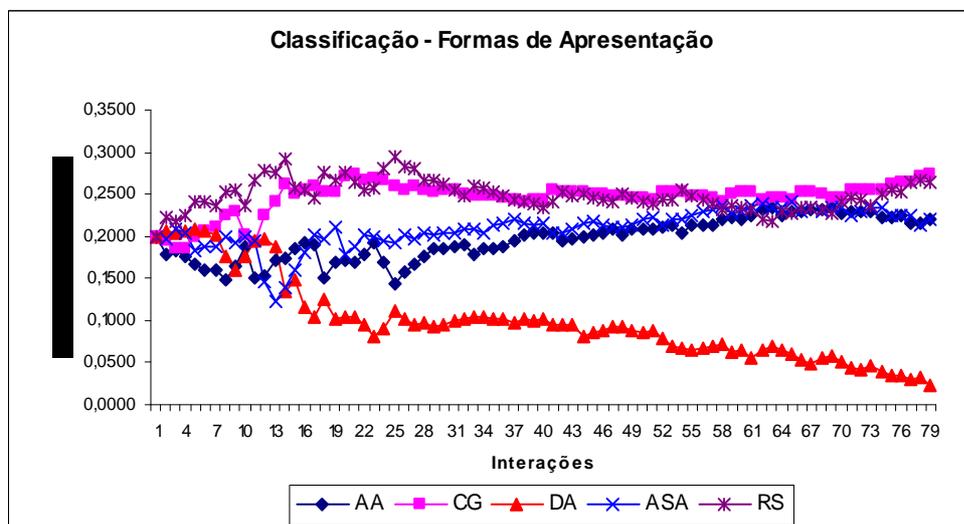


Figura 19. Gráfico da Simulação Direcionada ao ECA DA – Formas de Apresentação

Figura 18, no início da navegação existiu uma proximidade significativa entre os ECAs DA, AA e ASA. No entanto, houve um distanciamento significativo com aumento das interações. Isto nos mostra, mais uma vez que, pelo fato de estarmos trabalhando com uma quantidade maior de variáveis, a classificação por meio das Formas de Apresentação tende a ser mais precisa do que aquela que utiliza somente os Recursos Didáticos.

#### 5.1.4 Resultados da Simulação Direcionada ao ECA ASA

Os índices de navegação da Trajetória de Aprendizagem gerada para simular um aluno da classe ASA, com 77 interações, bem como os índices da navegação padrão do ECA ASA são apresentados na Tabela 8. A partir desta Trajetória de Aprendizagem, calculamos a Distância Euclidiana entre a navegação do aluno ( $x_i$ ) e a navegação padrão do ECAs em estudo, analisando em especial o ASA ( $x_j$ ). Novamente, geramos dois gráficos: um, apresentado na Figura 20, considerando apenas os Recursos Didáticos e o outro, apresentado na Figura 21, considerando apenas as Formas de Apresentação escolhidas.

Tabela 8. Navegação Padrão x Navegação Direcionada – ASA

		ECA ASA	Padrão ( $x_j$ )	Direcionada ( $x_i$ )
Frequência Relativa de Acesso aos RDs		Conceito	39,49%	38,96%
		Exercício	45,50%	45,45%
		Exemplo	15,01%	15,58%
Frequência Relativa de Acesso às FAs	Conceito	Somente Texto	4,51%	3,90%
		Textual com Figura	22,95%	23,38%
		Esquema com Figura	12,03%	11,69%
	Exercício	Verdadeiro ou Falso	8,18%	7,79%
		Relacionar Colunas	4,50%	3,90%
		Escolha Simples	3,63%	3,90%
		Preencher Lacunas	7,67%	7,79%
		Escolha Simples com Figura	21,52%	22,08%
	Exemplo	Textual com Figura	11,66%	11,69%
		Esquema com Figura	3,35%	3,90%

Observando a Trajetória de Aprendizagem, apresentada na Figura 20, percebemos algumas características já discutidas anteriormente. No início da navegação, o classificador *K-Nearest Neighbour* não conseguiu identificar corretamente o ECA simulado. Percebemos, ainda, uma proximidade inicial acentuada entre os estilos AA, DA e ASA, devido ao fato de possuírem algumas preferências em comum. O classificador conseguiu identificar de forma clara o ECA que estava sendo simulado a partir da décima quinta (15ª) interação. As demais classificações, em ordem decrescente de influência sobre a Trajetória de Aprendizagem, ficaram para os estilos DA, RS, AA e CG.

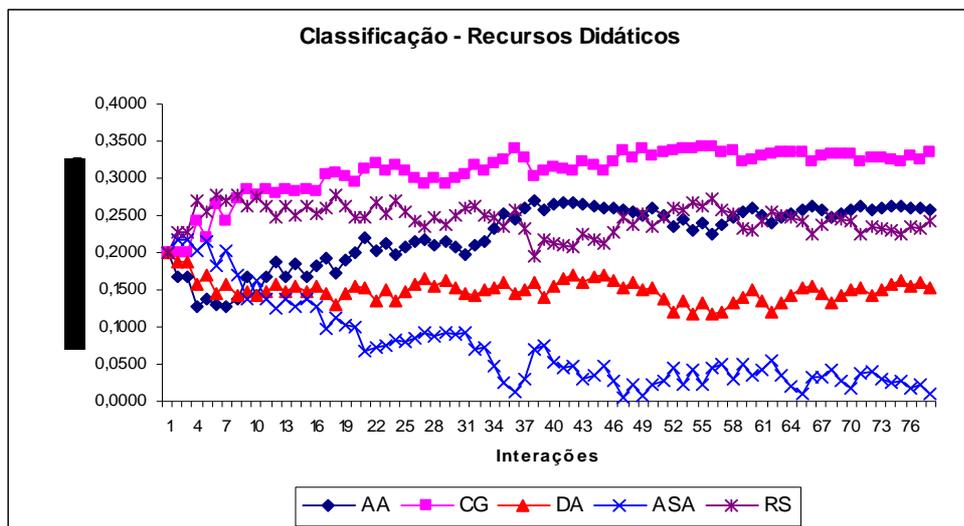


Figura 20. Gráfico da Simulação Direcionada ao ECA ASA – Recursos Didáticos

Na Figura 21, que considera apenas as Formas de Apresentação escolhidas durante a navegação, o classificador *K-Nearest Neighbour* também conseguiu identificar corretamente o ECA de maior influência, no caso o ASA, a partir da décima (10ª) interação. Um ponto que deve ser levado em consideração é o fato de que, pela primeira vez durante os testes, percebemos uma classificação secundária diferente entre os dois gráficos que apresentam a mesma navegação. Embora ambos tenham classificado corretamente o ECA de maior influência, neste segundo momento, as classificações ficaram em ordem decrescente, para os estilos AA, DA, CG e RS. Analisando detalhadamente a Trajetória de Aprendizagem,

percebemos, novamente, que neste segundo momento, o classificador foi mais preciso, pelos seguintes motivos:

- a) Mesmo sendo uma navegação direcionada ao ECA ASA, sabemos que existe uma semelhança acentuada entre as preferências dos alunos pertencentes aos ECAs AA e DA. A Figura 21 mostra isso claramente, ao contrário da Figura 21, que mostrou uma distância acentuada entre as duas classes;
- b) Sabemos, ainda, que existe uma proximidade entre as características dos indivíduos classificados como CG e RS. Novamente, a Figura 21 apresenta isto de forma mais clara a Figura 20.

De acordo com os dados apresentados, podemos afirmar que o fato de estarmos trabalhando com uma maior quantidade de variáveis, no caso, representadas pelas Formas de Apresentação, nos permite uma classificação mais precisa das classes de ECAs em estudo.

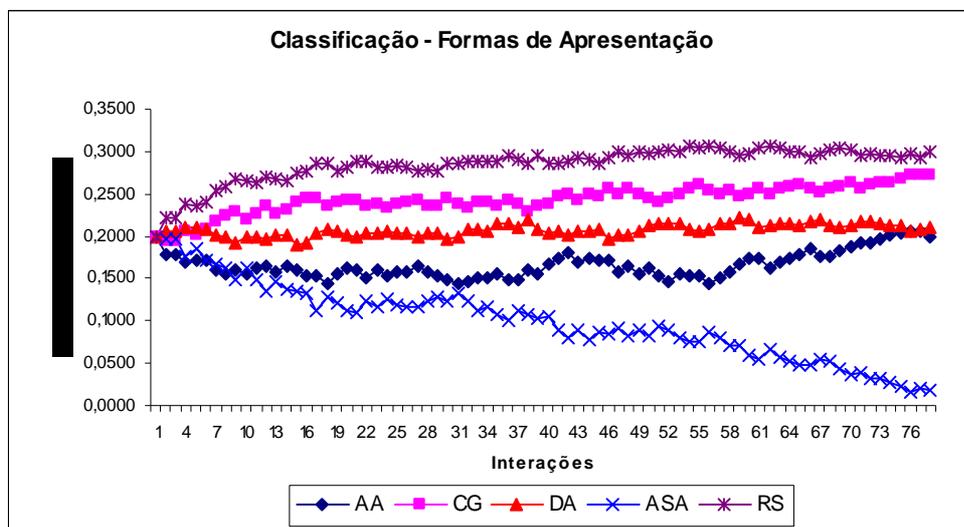


Figura 21. Gráfico da Simulação Direcionada ao ECA ASA – Formas de Apresentação

### 5.1.5 Resultados da Simulação Direcionada ao ECA RS

Os índices de navegação da Trajetória de Aprendizagem, com 223 interações, gerada para simular a identificação de um aluno pertencente à classe RS, bem como os índices da

navegação padrão do ECA RS são apresentados na Tabela 9. A partir desta Trajetória de Aprendizagem, calculamos a Distância Euclidiana entre a navegação do aluno ( $x_i$ ) e a navegação padrão do ECAs em estudo, analisando em especial o RS ( $x_j$ ). Dois gráficos foram gerados para analisar esta simulação: um, apresentado na Figura 22, considerando apenas os Recursos Didáticos e o outro, apresentado na Figura 23, considerando apenas as Formas de Apresentação escolhidas.

Tabela 9. Navegação Padrão x Navegação Direcionada – RS

		ECA RS	Padrão ( $x_j$ )	Direcionada ( $x_i$ )
Frequência Relativa de Acesso aos RDs		Conceito	34,06%	33,63%
		Exercício	36,24%	36,77%
		Exemplo	29,70%	29,60%
Frequência Relativa de Acesso às FAs	Conceito	Somente Texto	7,71%	7,62%
		Textual com Figura	12,30%	12,56%
		Esquema com Figura	14,05%	13,45%
	Exercício	Verdadeiro ou Falso	4,54%	4,93%
		Relacionar Colunas	5,64%	5,83%
		Escolha Simples	12,44%	12,56%
		Preencher Lacunas	5,02%	4,93%
		Escolha Simples com Figura	8,60%	8,52%
	Exemplo	Textual com Figura	20,76%	20,63%
		Esquema com Figura	8,94%	8,97%

Assim, como em todas as figuras já apresentadas anteriormente, percebemos que, mesmo considerando apenas os Recursos Didáticos escolhidos durante a navegação, conseguimos identificar corretamente a Trajetória de Aprendizagem simulada, no caso, a RS, após a octogésima (80<sup>a</sup>) interação.

No início da navegação, podemos visualizar algumas classificações do tipo CG. Isto se deve ao fato de existirem algumas semelhanças entre as preferências apresentadas pelos indivíduos dessas duas classes. Percebemos, ainda, no início da navegação, algumas classificações para o estilo AA, indicando que as primeiras interações realizadas foram do tipo Conceito, pois este recurso, no início da navegação, influencia muito este estilo.

É importante observar ainda que, no topo da figura, encontramos os estilos AA, DA e ASA bem próximos. Isto indica, mais uma vez, que o classificador realizou corretamente a identificação, pois os alunos pertencentes a estes três estilos possuem algumas semelhanças quanto às suas preferências de navegação, em um ambiente de aprendizagem pela *Web*.

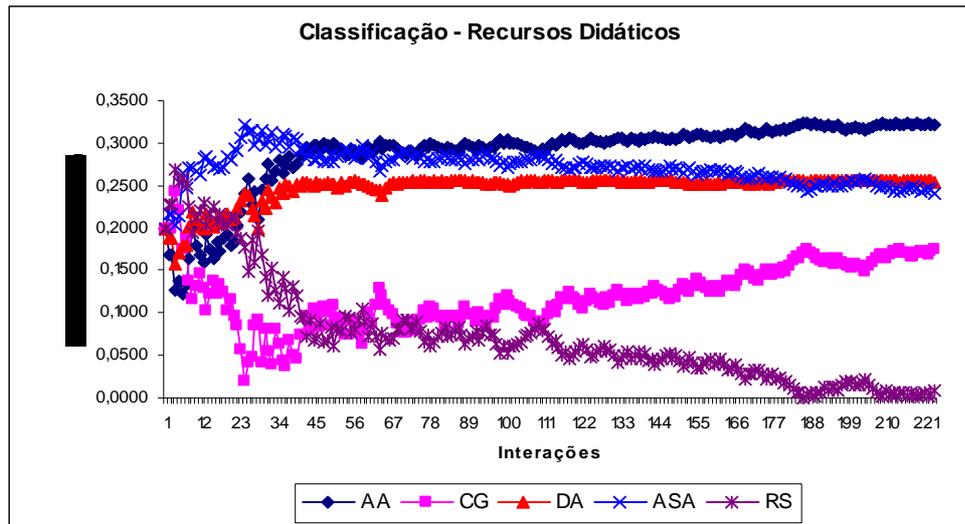


Figura 22. Gráfico da Simulação Direcionada ao ECA RS – Recursos Didáticos

Finalizando a etapa das navegações direcionadas, a Figura 23 nos apresenta a Trajetória de Aprendizagem simulada, considerando apenas as Formas de Apresentação escolhidas durante a navegação. Podemos observar que o classificador identificou

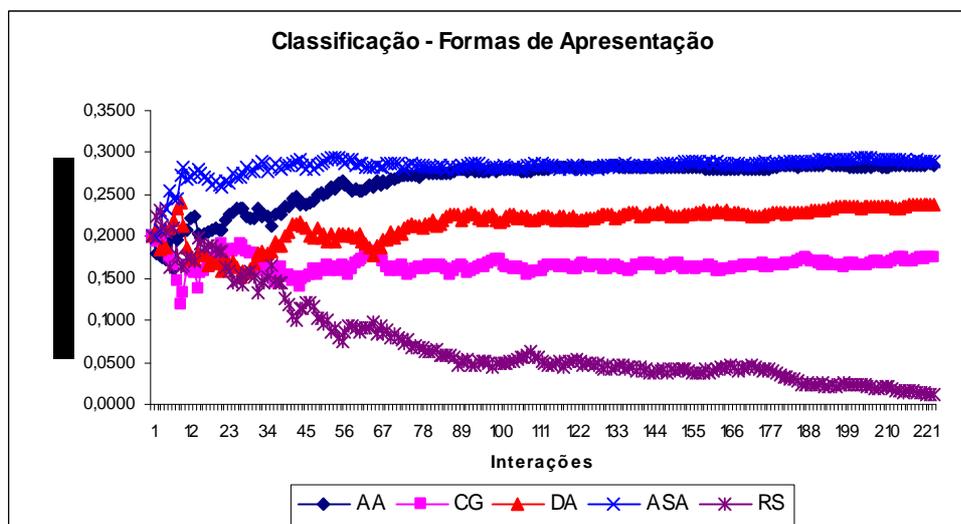


Figura 23. Gráfico da Simulação Direcionada ao ECA RS – Formas de Apresentação

corretamente a classe simulada a partir da trigésima sexta (36<sup>a</sup>) interação e que, assim como nos demais casos, no início da navegação houve algumas classificações incorretas. Percebemos também, mais uma vez, que existe uma proximidade entre as classes AA e DA, pois na maioria dos casos, suas curvas da Distância Euclidiana ficaram bem próximas. Outras duas classes que apresentam características semelhantes são a RS e a CG, explicando o fato das curvas de ambas, também aparecerem sempre próximas uma da outra.

A partir dos resultados obtidos com as simulações direcionadas, podemos afirmar que:

- a) O classificador *K-Nearest Neighbour* é eficiente para identificar as preferências de um aluno e classificá-lo em um dos cinco ECAs estabelecidos por Souto (2003), desde que exista um histórico de navegações para isto; e
- b) O melhor desempenho na classificação do ECA foi observado com a utilização das Formas de Apresentação escolhidas, o que se deve ao fato de analisarmos uma maior quantidade de variáveis do aluno.

#### 5.1.6 Resultados da Simulação Mista CG

Diferente do conjunto de simulações direcionadas, onde toda a navegação da Trajetória de Aprendizagem foi elaborada dentro dos índices de um ECA específico, na navegação mista, geramos um conjunto de 240 interações mescladas da seguinte forma: uma parte da navegação foi totalmente aleatória, sem a preocupação com nenhum dos ECAs e a outra parte foi direcionada ao ECA CG. Neste exemplo, as navegações foram distribuídas tal como apresentado na Tabela 10. Optamos por utilizar cem (100) interações nos intervalos direcionados, visto que os testes realizados nas Figuras 16 e 17 nos mostram que os alunos classificados como CG necessitam de uma quantidade superior a vinte e três interações para serem classificados corretamente, quando considerado apenas os Recursos Didáticos selecionados.

Tabela 10. Interações da Simulação Mista CG

Interação	Tipo de Navegação
001 a 020	aleatória
021 a 120	direcionada ao ECA CG
121 a 140	aleatória
141 a 240	direcionada ao ECA CG

A partir dos dados da Trajetória de Aprendizagem mista (Apêndice I e J), calculamos a Distância Euclidiana entre a navegação do aluno ( $x_i$ ) e a navegação simulada ( $x_j$ ) (Apêndice K e L) e geramos dois gráficos: um, apresentado na Figura 24, considerando apenas os Recursos Didáticos e o outro, apresentado na Figura 25, considerando apenas as Formas de Apresentação escolhidas.

Observando a Figura 24, que considera apenas os Recursos Didáticos escolhidos durante a Trajetória de Aprendizagem, percebemos que inicialmente ocorreu uma grande variação na classificação do ECA do aluno, refletindo a aleatoriedade da Trajetória de Aprendizagem. A partir da vigésima primeira ( $21^a$ ) interação, quando iniciamos o direcionamento ao ECA CG, a curva da Distância Euclidiana do ECA CG começa a se aproximar do eixo horizontal, sendo que, a partir da septuagésima nona ( $79^a$ ) interação, ou seja, com cinquenta e nove ( $59$ ) interações no primeiro intervalo direcionado, o classificador

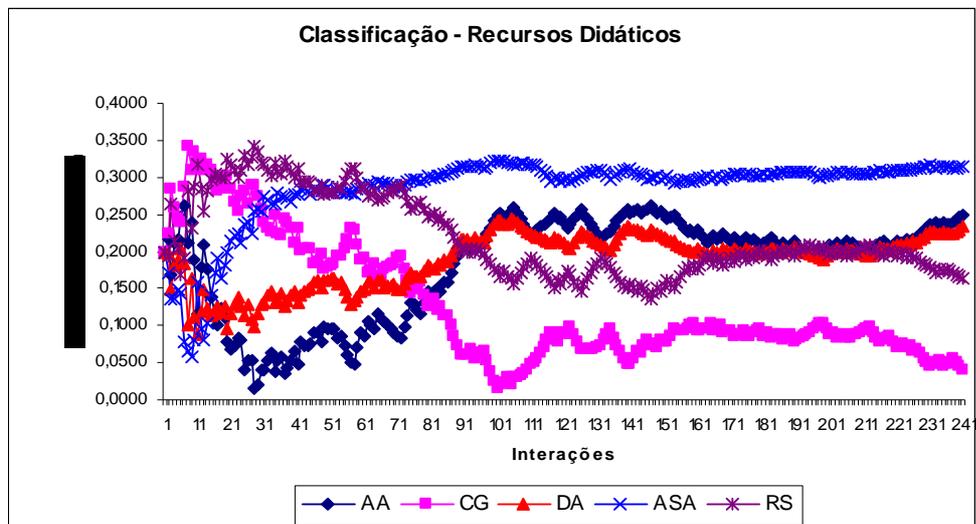


Figura 24. Gráfico da Simulação Mista CG – Recursos Didáticos

*K-Nearest Neighbour* conseguiu identificar claramente o direcionamento realizado para o ECA CG. A qualidade do classificador pode ser observada entre as interações 121 a 140, nas quais o sistema voltou a funcionar de forma aleatória. Neste intervalo, apesar da Distância Euclidiana do ECA CG ter aumentado, ela continuou a ser dominante. Isto mostra claramente que o classificador é robusto a pequenas oscilações nas preferências dos alunos, o que normalmente pode ocorrer no dia-a-dia.

A Figura 25 apresenta a mesma simulação mista, porém, agora, considerando apenas as Formas de Apresentação escolhidas durante a Trajetória de Aprendizagem. Tal como na Figura 24, percebemos um comportamento semelhante do classificador *K-Nearest Neighbour*, porém as oscilações ficaram bem mais atenuadas, como também aconteceu para o caso das trajetórias direcionadas, confirmando a melhor qualidade da classificação com este conjunto de variáveis.

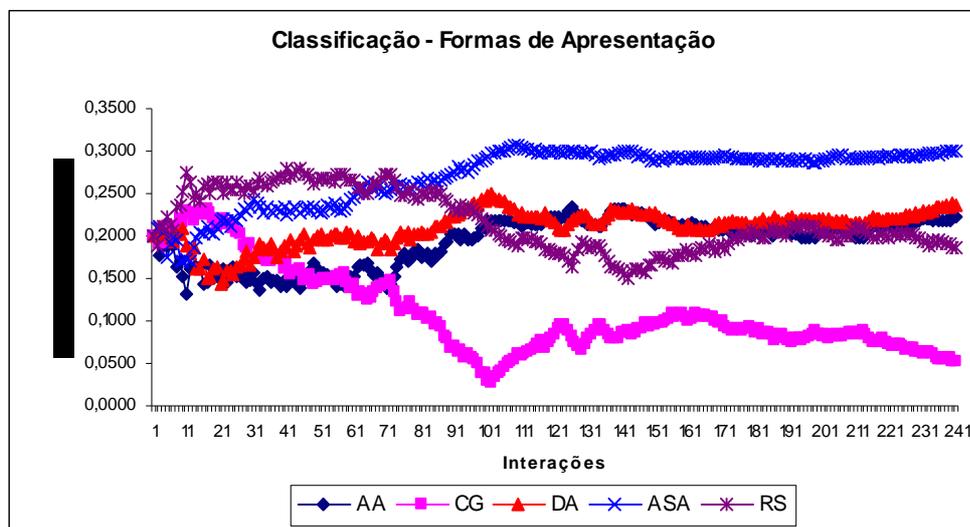


Figura 25. Gráfico da Simulação Mista CG – Formas de Apresentação

### 5.1.7 Resultados da Simulação Mista ASA

Tal como na simulação anterior, geramos uma Trajetória de Aprendizagem mista, onde uma parte das interações foi gerada aleatoriamente e outra parte, direcionada ao ECA

ASA. No entanto, neste experimento dobramos o número de interações aleatórias. Assim, a navegação, contendo um conjunto de 280 interações, foi distribuída tal como apresentado na Tabela 11.

Tabela 11. Interações da Simulação Mista ASA

<b>Interação</b>	<b>Tipo de Navegação</b>
001 a 040	aleatória
041 a 140	direcionada ao ECA ASA
141 a 180	aleatória
181 a 280	direcionada ao ECA ASA

A partir dos dados da Trajetória de Aprendizagem mista, calculamos a Distância Euclidiana entre a navegação do aluno ( $x_i$ ) e a navegação simulada ( $x_j$ ), gerando dois gráficos: um, apresentado na Figura 26, considerando apenas os Recursos Didáticos e o outro, apresentado na Figura 27, considerando apenas as Formas de Apresentação escolhidas.

Como podemos verificar na Figura 26, o classificador conseguiu identificar as mudanças de comportamento durante a Trajetória de Aprendizagem, que ocorreram a partir da quadragésima primeira (41<sup>a</sup>) interação e da centésima octogésima primeira (181<sup>a</sup>) interação. No entanto, este resultado só foi obtido depois de 140 interações, ou seja, o ciclo completo de interações direcionadas. Esta dificuldade é explicável devido a classificação inicial ser bem diferente dos testes direcionados. Uma vez atingida a classificação correta, mesmo com um novo ciclo aleatório, o classificador se comportou de forma satisfatória.

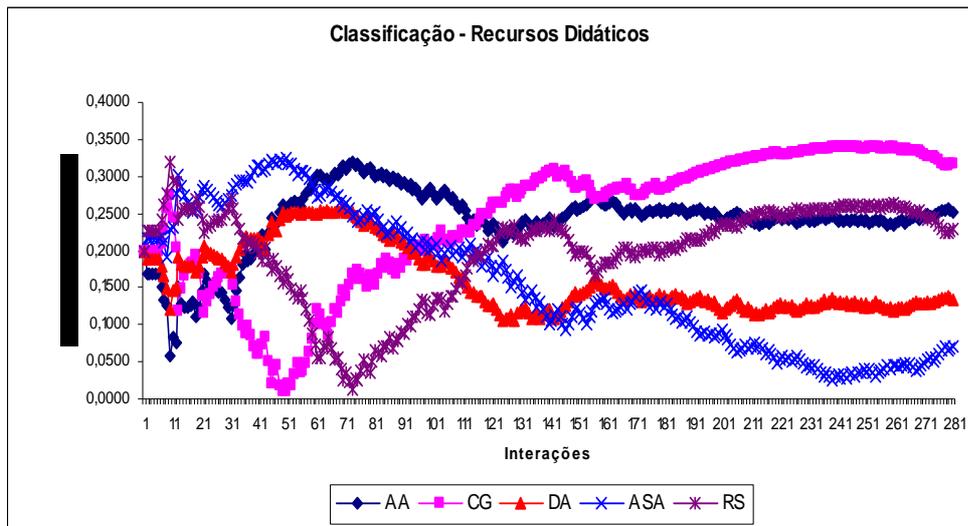


Figura 26. Gráfico da Simulação Mista ASA – Recursos Didáticos

A Figura 27 nos apresenta a mesma navegação mista direcionada parcialmente ao ECA ASA, considerando, agora, apenas as Formas de Apresentação escolhidas. Podemos perceber que, inicialmente, no intervalo aleatório (iterações de 1 a 40) não houve uma classificação clara para nenhuma das classes de ECA. No entanto, após mais ou menos metade do ciclo de direcionamento ao ECA ASA, ou seja, a partir da octogésima (80<sup>a</sup>) interação, é perceptível a tendência a esta classe. Percebemos ainda que, no segundo intervalo aleatório (iterações 141 a 180), a curva da Distância Euclidiana mudou de inclinação, indicando a mudança de comportamento, mas a quantidade de interações não foi suficiente para alterar a classificação do ECA ASA. Novamente, a classificação empregando as Formas de Apresentação escolhidas foi mais precisa e eficiente.

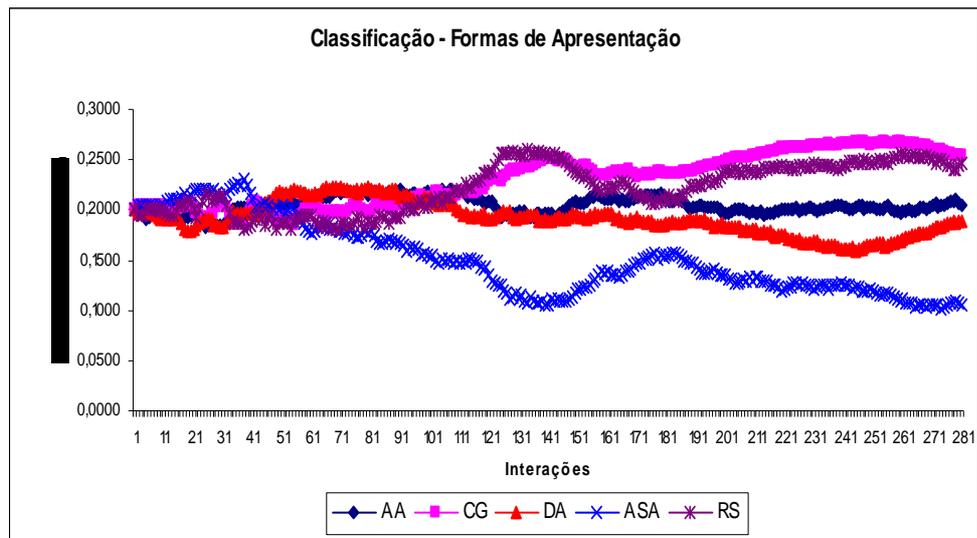


Figura 27. Gráfico da Simulação Mista ASA – Formas de Apresentação

Deste modo, após estes testes podemos afirmar que:

- O classificador *K-Nearest Neighbour* proposto é eficaz e eficiente na identificação do ECA do aluno;
- O uso das Formas de Apresentação escolhidas é a melhor opção como conjunto de atributos selecionados para a classificação; e
- O classificador é robusto, suportando bem as oscilações nas preferências do aluno.

*Capítulo 6***CONCLUSÕES**

**A** pesar da crescente utilização da *Internet* para a disponibilização de cursos virtuais, ainda hoje muitos deles apresentam apenas um conjunto de páginas estáticas, disponibilizando o material ao aluno sem nenhuma preocupação com o seu aprendizado. Para um melhor aproveitamento do ensino à distância por meio da *Web*, é necessário implementar técnicas adaptativas que possibilitem diferentes formas de ensino, de acordo com as preferências individuais de cada grupo de alunos.

Neste trabalho, apresentamos uma proposta de um módulo para identificar o Modelo do Aluno segundo suas características individuais e seu Estilo Cognitivo de Aprendizagem (SOUTO, 2003), por meio do acompanhamento de sua interação com o sistema. A disponibilização de tal módulo, em um sistema de ensino na *Web*, possibilita a seleção de diferentes recursos didáticos e formas de apresentação de conteúdos adaptando-os de acordo com o perfil identificado para o aprendiz. Para a identificação e reconhecimento *on-line* do

ECA utilizamos um classificador *K-Nearest Neighbour* que utiliza a distância Euclidiana como métrica de similaridade.

Para avaliarmos nossa abordagem, realizamos vários experimentos com simulações de trajetórias de aprendizagem dirigidas (com trajetórias de uma única classe de ECA) e mistas (parte dirigida e parte aleatória). Os resultados obtidos com o classificador *K-Nearest Neighbour* proposto mostraram, numa primeira instância, que é possível realizar a identificação do ECA *on-line* de um aluno. Isto pode ser afirmado, pois todos os experimentos direcionados resultaram, após um intervalo inicial de ajuste do classificador, na classificação correta do ECA em questão. Além disso, a abordagem é robusta o bastante para suportar oscilações temporárias nas preferências dos alunos, pois, nos experimentos mistos, o classificador identificou o ECA correto após o direcionamento da trajetória de aprendizagem para ele e manteve esta classificação quando se aplicou uma nova fase aleatória. Mais detalhadamente, os resultados dos experimentos nos permitiram chegar às seguintes conclusões:

- a) O classificador *K-Nearest Neighbour* é eficiente para identificar as preferências de um aluno e classificá-lo em uma das cinco classes de ECAs estabelecidas por Souto (2003);
- b) O classificador *K-Nearest Neighbour* tem condições de identificar a tendência do aluno a uma das classes de ECA já na primeira interação por ele realizada, no entanto, a possibilidade de uma classificação mais precisa aumenta proporcionalmente à quantidade de interações;
- c) O classificador *K-Nearest Neighbour* é de fácil adaptação ao processo *on-line*, conseguindo identificar e reconhecer o ECA do aluno em tempo real, durante a sua interação com o sistema;

- d) Para a identificação clara do ECA do aluno, considerando apenas os Recursos Didáticos, é necessário uma quantidade maior de interações, uma vez que são analisadas apenas três variáveis;
- e) A utilização somente dos Recursos Didáticos dificulta uma boa distinção entre os ECAs AA e DA e os ECAs CG e RS, levando a erros de classificação, o que já não acontece com a utilização das Formas de Apresentação;
- f) O melhor critério para a identificação e classificação do ECA do aluno é a utilização das **Formas de Apresentação**, por utilizar uma quantidade maior de variáveis, permitindo uma identificação mais precisa das características e preferências dos alunos e, portanto, do seu respectivo ECA; e
- g) O classificador *K-Nearest Neighbour* é robusto, suportando bem pequenas oscilações nas preferências dos alunos, o que normalmente pode ocorrer durante um processo de ensino e aprendizagem na *Web*.

Um dos principais pontos positivos da abordagem escolhida é a sua simplicidade conceitual, visto que o classificador *K-Nearest Neighbour* empregado necessita apenas dos índices de navegação das classes padrões de ECAs, levando a uma implementação simples e eficiente e tornando a aplicação mais leve e mais indicada para ser utilizada na *Web*.

É importante ressaltar ainda que, embora seja mais fácil desenvolver um ambiente de EAD adaptativo implementando desde o início a estrutura necessária para o processo de identificação do ECA e para a adaptação do conteúdo, é possível também utilizar o método proposto em ambientes de EAD já existentes, desde que possuam os seguintes elementos:

- a) Um agente observador com a capacidade de capturar as interações válidas e construir as Trajetórias de Aprendizagem do aluno;
- b) Um algoritmo contendo as rotinas para a identificação e o reconhecimento do ECA *on-line*, a partir da Trajetória de Aprendizagem;

- c) Um agente de adaptação para possibilitar a apresentação dos conteúdos didáticos adaptados de acordo com o ECA do aluno.

Deste modo, a principal contribuição deste trabalho, na área de Informática na Educação, está na disponibilização de uma abordagem eficiente e eficaz para a identificação do modelo do aluno, a qual possibilita aplicar formas diferenciadas de ensino adaptativo às características diversas do aluno, garantindo a ele um tratamento individualizado e proporcionando um melhor aproveitamento no seu processo de aprendizagem.

Como continuação desta pesquisa, sugerimos desenvolver o ambiente proposto em seu todo, implementando o Modelo do Aluno aqui proposto e com isto realizar testes com usuários reais para confirmar os resultados obtidos nas simulações. É interessante também estudar outras técnicas *on-line* de identificação do ECA do aluno como, por exemplo, o uso de redes neurais artificiais. Com isto, será possível avaliar melhor todos os benefícios que podem ser obtidos com a utilização da adaptação em ambientes de ensino e aprendizagem na *Web*.

## REFERÊNCIAS

- ABBATTISTA, F. *et al.* **Learning User Profile for Content-Bases Filtering in e-Commerce.** Workshop Apprendimento Automatico: Metodi e Applicazioni, Siena, 2002.
- ALMEIDA, Maria Aparecida Fernandes. **Aprender, atividade inteligente: e se esta inteligência for parcialmente artificial?** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999. Disponível em <<http://www.inf.ufsc.br/~mafa>>. Acesso em: 10 out. 2004.
- BATISTA, Gustavo Enrique de Almeida Prado. **Pré-processamento de dados em aprendizado de máquina supervisionado.** 2003. Tese (Doutorado) – ICMC, USP, São Paulo, 2003.
- BAUER, M. Acquisition of User Preferences for Plan Recognition. **Proceedings of the 5th International Conference on User Modeling**, Kailuna-Kona, Hawaii, USA, 1996.
- BICA, Francine *et al.* **Uma abordagem multigentes para o ensino a distância.** Anais do Workshop Internacional sobre Educação Virtual. NECAD: UECE, 1999.
- BILLSUS, D.; PAZZANI, M. A Hybrid User Model for News Story Classification. **Proceedings of the 7th International Conference on User Modeling**, Banff, Canadá, p. 99-108, 1999.
- BOOTH, Wayne; COLOMB, Gregory; WILLIAMS, Joseph. **A Arte da pesquisa.** São Paulo: Martins Fontes, 2000.
- BOYLE, Craig; ENCARNACION, Antonio O. **MetaDoc: an adaptive hypertext reading system.** Journal of user modeling and user adapted interaction, Dordrecht, v. 4, n.1, p. 1-19, 1994.
- BRUSILOVSKY, Peter. **Methods and techniques of adaptive hypermedia: user modeling and user-adapted interaction.** Special issue on adaptive hypertext and hypermedia, Dordrecht, v. 6, n. 2-3, 1996.
- \_\_\_\_\_. **Adaptive and Intelligent Technologies for Webbased Education.** In: Künstliche Intelligenz: Special Issue on Intelligent System and Teleteaching, v. 4, p. 19-25, 1999. Disponível em: <<http://www.contrib.andrew.cmu.edu/~plb/papers/KIreview.html>>. Acesso em: 28 out. 2004.
- \_\_\_\_\_. **Adaptive hypermedia: user modeling and user adapted interaction.** In: Ten Year Anniversary Issue (Alfred Kobsa, ed.) p. 87-110, 2001. Disponível em: <<http://www.contrib.andrew.cmu.edu/~plb/papers.html>>. Acesso em: 28 out. 2004.
- \_\_\_\_\_. **Adaptive navigation support in educational hypermedia: the role of student knowledge level and the case for meta-adaptation.** British Journal of Educational Technology, v. 34, n. 4, p. 487-497, 2003.
- CARBERRY, S. Techniques for Plan Recognition. **User Modeling and User-Adapted Interaction**, v. 11, Kluwer Academic Publishers, p. 31-48, 2001.

CHAIBEN, Hamilton. **Inteligência artificial na educação**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná. 2001. Disponível em: <<http://www.cce.ufpr.br/hamilton/iaed/iaed.htm>>. Acesso em: 17 nov. 2004.

CHIU, B.; WEBB, G. **Dual-model: an architecture for utilizing temporal information in student modeling**. Proceedings of the 7<sup>th</sup> International Conference on Computers in Education, IOS Press, Amsterdam, Netherlands, p. 111-118, 1999.

CORREDOR, Martha Vitalia. **La inteligencia artificial y la education: lo aprendido y las futuras acciones**. Informática Educativa, Colômbia, v. 6, n. 3, p. 235-242, 1993.

CUMMING, Geoff. **A perspective on learning for intelligent educational systems**. Journal of Computer Assisted Learning, v. 9, n. 4, p. 229-238, 1993.

DARA-ABRAMS, Benay Phyllis. **Applying multi-intelligent adaptive hypermedia to online learning**. 2002. 250 f. Tese (Doutorado) – Union Institute & University Graduate College, Los Altos – CA, 2002.

DE BRA, Paul. **Design Issues in Adaptive Web-Site Development**. Eindhoven University of Technology The Netherlands, 1999. Disponível em: <<http://www.wis.win.tue.nl/~debra/asum99/debra/debra.html>>. Acesso em: 15 jan. 2006.

DE BRA, Paul; CALVI, Licia. **AHA! An open adaptive hypermedia architecture**. The New Review of Hypermedia and Multimedia, v. 4, p. 115-139, 1998. Disponível em: <<http://www.wis.win.tue.nl/~debra/public.html>>. Acesso em: 18 dez. 2004.

DE BRA, Paul; BRUSILOVSKY, P Peter; HOUBEN, Geert-Jan. **Adaptive Hypermedia: from Systems to Framework**. ACM Computing Surveys, dez. 1999. Disponível em: <<http://www.acm.org/surveys/Formatting.html>>. Acesso em: 10 fev. 2006.

DE BRA, Paul; HOUBEN, Geert-Jan; WU, Hongjing. **AHAM: a Dexter-based reference model for adaptive hypermedia**. CONFERENCE IN HYPERTEXT, 1999. UK. Disponível em: <<http://citeseer.nj.nec.com/debra99aham.html>>. Acesso em: 10 fev. 2006.

DECHANÊS, A. J. **Construtivismo e formação à distância**. In: Rev. Tecnologia Educacional, Rio de Janeiro, v. 26, n. 140, 1998.

GIRAFFA, Lúcia Maria Martins. **Uma arquitetura de tutor utilizando estados mentais**. 1999. Tese (Doutorado) – CPGCC – UFRGS, Porto Alegre, 1999.

HENZE, Nicola; NEJDL, Wolfgang. **Logically Characterizing Adaptive Educational Hypermedia Systems**. In: AH2003: Workshop on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems, Budapest, Hungary, 2003. Disponível em: <<http://www.wis.win.tue.nl/ah2003/proceedings/>>. Acesso em: 6 ago. 2006.

HOHL, Hubertus; BÖCKER, Heinz-Dieter; GUNZENHÄUSER, Rul. **Hypadapter: An adaptive hypertext system for exploratory learning and programming**. User Modeling and User-Adapted Interaction, Dordrecht, v. 6, p. 131-156, 1996.

KOBSA, Alfred. **Generic user modeling systems**. Contribution to the 10<sup>th</sup> Anniversary Issue of the Journal User Modeling and User-Adapted Interaction, v. 11, n. 1/2, 2001.

KOCK, Nora Parcus de. **Software engineering for adaptive hypermedia systems reference model, modeling techniques and development process**. 2000. 371 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Software) – Ludwig-Maximilians-Universität München, Munique, 2000.

KOCK, Nora Parcus de; ROSSI, Gustavo. **Patterns for adaptive Web applications**. In: Proc. European Conference on Pattern Languages of Programs, 7., 2002. Disponível em: <<http://www.pst.informatik.uni-muenchen.de/personen/kochn/EuroPlop2002-Koch.pdf>>. Acesso em: 07 ago. 2006.

LEVY, A.; WELD, D. **Intelligent Internet Systems**. Artificial Intelligence, vol. 118, no. 1-2, pp. 1-14, 2000.

LUCENA, Carlos José. **A educação na era da Internet**. Rio de Janeiro: Clube do Futuro, 2000.

MARIETTO, Maria das Graças Bruno. Tendências nas áreas de sistemas tutores inteligentes e modelagem do estudante. In: Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 8., 1997, São Paulo, SP. São Paulo: SBC, 1997.

MARRONE, Paolo et al (2006). **Joone – Java Object Oriented Neural Engine**. Disponível em: <<http://www.joone.org>>. Acesso em: 05 abr. 2006.

MERCADO, Luis Paulo Leopoldo (Org.). **Novas tecnologias na educação: reflexões sobre a prática**. Maceió: EdUfal, 2002.

MITCHELL, Tom M. **Classical statistical methods**. In: MICHIE, D.; SPIEGELHALTER, D. J.; TAYLOR, C. C. (Ed.). Machine learning, neural and statistical classification. London: Ellis Horwood, 1994, p. 17-28.

MOREIRA, Marco Antonio. **Ensino e aprendizagem: enfoques teóricos**. São Paulo: Moraes, 1983.

NOY, Natalya Fridman; MCGUINNESS, Deborah L. **Ontology development 101: a guide to creating your first ontology**. Stanford University, Stanford, 2001. Disponível em: <<http://www.ksl.stanford.edu/people/dlm/papers/ontology101>>. Acesso em: 19 out. 2004.

NUNES, Ivônio Barros. **Noções de educação a distância**. Brasília, 1993. Disponível em: <[http://www.intelecto.net/ead\\_textos/ivonio1.html](http://www.intelecto.net/ead_textos/ivonio1.html)>. Acesso em: 09 jun. 2005.

OLIVEIRA, Fernando Luiz de *et al.* **Modelo de interfaces adaptativas utilizando redes bayesianas**. In: Anais do Encontro de Estudantes de Informática do Tocantins, 5., 2003, Palmas, TO. Palmas: Ed., 2003.

OLIVEIRA, José Maria Parente de *et al.* **AdaptWeb: um ambiente para ensino-aprendizagem adaptativo na Web**. Porto Alegre: UFRGS, 2002.

OLIVEIRA, José Maria Parente de; FERNANDES, Clóvis Torres. Sistemas Hiperídia Adaptativos Educacionais: breve panorama e modelo de referência. In: **Congresso Nacional de Ambientes Hiperídia para Aprendizagem**, 1., 2004, Florianópolis, Brasil.

PALAZZO, Luiz Antonio Moro. **Modelos proativos para hipermídia adaptativa**. 2000. 114 f. Tese (doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós Graduação em Computação. Porto Alegre, 2000.

\_\_\_\_\_. **Sistemas de hipermídia adaptativa**. 2004. Disponível em: <<http://ia.ucpel.tche.br/~lpalazzo/sha>>. Acesso em: 15 mar. 2006.

PALIOURAS, G. *et al.* Exploiting Learning Techniques for the Acquisition of User Stereotypes and Communities. **Proceedings of the 7th International Conference on User Modeling**, Canadá, June, 1999.

PAPATHEODOROU, Christos. **Machine learning in user modeling: machine learning and applications: lecture notes in artificial intelligence**. Springer Verlag, 2001.

PRATES, Maurício; LOYOLLA, Waldomiro. **A aplicação em cursos formais da metodologia EDMC** (Educação a Distância Mediada por Computador), In: Cadernos de Cultura (Revista do IMAE), São Paulo, ano 1, v. 1, n. 1, p. 41-47, 2000.

PREECE, Jennifer *et al.* **Human-computer interaction**. Califórnia: Addison-Wesley Publishing Company, 1994.

RICH, Elaine. **Inteligência Artificial**. São Paulo: McGraw-Hill, 1988.

RICKEL, Jeff W. Intelligent computer aided instruction: a survey organized around system components. **IEEE Transactions on System: Man and Cybernetics**, v. 19, n. 1, p. 40-57, 2002.

RIDING, R.; CHEEMA, I. **Cognitive styles: an overview and integration**. Educational Psychology. [S.l.], v. 11, n. 3-4, p.193-215, 1991.

RIDING, R.; RAYNER, S. **Cognitive styles and learning Strategies: understanding style differences in learning and behavior**. London: David Fulton Publishers, 2000.

RUSSEL, Stuart; NORVIG, Peter. **Inteligência Artificial**. Tradução da Segunda Edição. Publicare Consultoria. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

SANTOS, Cássia Trojahn. **Um Ambiente Virtual Inteligente e Adaptativo Baseado em Modelos de Usuário e Conteúdo**. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2004. Disponível em <[www.inf.unisinos.br/~cassiats/dissertacao/artigos/final\\_cassia.pdf](http://www.inf.unisinos.br/~cassiats/dissertacao/artigos/final_cassia.pdf)>. Acesso em: 23 out. 2004.

SCHREIBER, Jacques Nelson Corleta; CASTANHO, Carla Lisiane de Oliveira; PIANESSO, Ana Cláudia Fiorin. **Uma Introdução ao Design de Sistemas Tutores Inteligentes**. In: Anais do Encontro de Informática do Estado do Tocantins, 1., 2001, Palmas, TO. Palmas, 2001.

SCHMECK, Ronald R. **Learning strategies and learning styles**. New York: Plenum Press, 1988.

SCHWAB, I.; KOBASA, A. Adaptivity through Unobstrusive Learning. KI, v. 16, n. 3. In: **Special Issue on Adaptivity and User Modeling**, p. 5-9, 2002.

SILVA, Denise Pilar da; DURM, Rafaël Van; DUVAL, Erik; OLIVIE, Henk. **Concepts and documents for adaptive educational hypermedia: a model and a prototype**. 1998. Disponível em: <http://www.wis.win.tue.nl/ah98/Pilar/Pilar.html>>. Acesso em: 25 mar. 2006.

SOUTO, Maria Aparecida M. *et al.* **Metodologia de construção do material instrucional em um ambiente de ensino inteligente na Web**. In: Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2001, Vitória: SBC-UFES, 2001.

SOUTO, Maria Aparecida M. **Diagnóstico online do estilo cognitivo de aprendizagem do aluno em um ambiente adaptativo de ensino e aprendizagem na Web: Uma abordagem empírica baseada na sua trajetória de aprendizagem**. 2003. Tese (Doutorado) – CPGCC, UFRGS, Porto Alegre, 2003.

TEDESCO, P. R.; SOUZA, F. F. **SEI: Sistema de Ensino Inteligente**. 1999. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, 1999.

WEBB, G.; PAZZANI, M.; BILLSUS, D. **Machine learning for user modeling: user modeling and user-adapted interaction**, v. 11, p. 19-29, 2001.

WU, Hongjing; HOUBEN, Geert-Jan; DE BRA, Paul. **Supporting User Adaptation in Adaptive Hypermedia Applications**. In: Proceedings of INFWET, 2000, Rotterdam, Netherlands. Rotterdam, 2000.

VALENTE, José Armando; ALMEIDA, Fernando José de. **Visão analítica da informática na educação no Brasil: a questão da formação do professor**. Rev. Brasileira de Informática na Educação, Florianópolis, SBC, 1998.

VASSILEVA, Julita. **A task-centered approach for user modelling in a hypermedia office documentation system: user modeling and user-adapted interaction**. Special issue on adaptive hypertext and hypermedia, Dordrecht, v.6, n.2-3, 1996. p. 87-129.

# APÊNDICES

## APÊNDICE A – Trajetória de Aprendizagem Direcionada ao ECA AA – Recursos Didáticos

Interação	RD	Índices de Navegação do Aluno – Recursos Didáticos ( $x_i$ )			ECA
		1 – Conceito	2 – Exercício	3 – Exemplo	
1	1	100,0%	0,0%	0,0%	AA
2	1	100,0%	0,0%	0,0%	AA
3	2	66,7%	33,3%	0,0%	AA
4	1	75,0%	25,0%	0,0%	AA
5	1	80,0%	20,0%	0,0%	AA
6	1	83,3%	16,7%	0,0%	AA
7	2	71,4%	28,6%	0,0%	AA
8	2	62,5%	37,5%	0,0%	AA
9	1	66,7%	33,3%	0,0%	AA
10	1	70,0%	30,0%	0,0%	AA
11	1	72,7%	27,3%	0,0%	AA
12	1	75,0%	25,0%	0,0%	AA
13	2	69,2%	30,8%	0,0%	AA
14	3	64,3%	28,6%	7,1%	AA
15	1	66,7%	26,7%	6,7%	AA
16	2	62,5%	31,3%	6,3%	AA
17	1	64,7%	29,4%	5,9%	AA
18	2	61,1%	33,3%	5,6%	AA
19	3	57,9%	31,6%	10,5%	AA
20	1	60,0%	30,0%	10,0%	AA
21	1	61,9%	28,6%	9,5%	AA
22	2	59,1%	31,8%	9,1%	AA
23	1	60,9%	30,4%	8,7%	AA
24	1	62,5%	29,2%	8,3%	AA
25	2	60,0%	32,0%	8,0%	AA
26	2	57,7%	34,6%	7,7%	AA
27	1	59,3%	33,3%	7,4%	AA
28	1	60,7%	32,1%	7,1%	AA
29	1	62,1%	31,0%	6,9%	AA
30	2	60,0%	33,3%	6,7%	AA
31	2	58,1%	35,5%	6,5%	AA
32	1	59,4%	34,4%	6,3%	AA
33	1	60,6%	33,3%	6,1%	AA
34	1	61,8%	32,4%	5,9%	AA
35	2	60,0%	34,3%	5,7%	AA
36	3	58,3%	33,3%	8,3%	AA
37	1	59,5%	32,4%	8,1%	AA
38	2	57,9%	34,2%	7,9%	AA
39	2	56,4%	35,9%	7,7%	AA
40	1	57,5%	35,0%	7,5%	AA
41	1	58,5%	34,1%	7,3%	AA
42	3	57,1%	33,3%	9,5%	AA
43	1	58,1%	32,6%	9,3%	AA
44	2	56,8%	34,1%	9,1%	AA
45	2	55,6%	35,6%	8,9%	AA
46	1	56,5%	34,8%	8,7%	AA
47	1	57,4%	34,0%	8,5%	AA
48	1	58,3%	33,3%	8,3%	AA
49	2	57,1%	34,7%	8,2%	AA
50	1	58,0%	34,0%	8,0%	AA
51	1	58,8%	33,3%	7,8%	AA
52	2	57,7%	34,6%	7,7%	AA

Interação	RD	Índices de Navegação do Aluno – Recursos Didáticos (x <sub>i</sub> )			ECA
		1 – Conceito	2 – Exercício	3 – Exemplo	
53	2	56,6%	35,8%	7,5%	AA
54	1	57,4%	35,2%	7,4%	AA
55	2	56,4%	36,4%	7,3%	AA
56	1	57,1%	35,7%	7,1%	AA
57	2	56,1%	36,8%	7,0%	AA
58	1	56,9%	36,2%	6,9%	AA
59	2	55,9%	37,3%	6,8%	AA
60	3	55,0%	36,7%	8,3%	AA
61	1	55,7%	36,1%	8,2%	AA
62	3	54,8%	35,5%	9,7%	AA
63	2	54,0%	36,5%	9,5%	AA
64	1	54,7%	35,9%	9,4%	AA
65	2	53,8%	36,9%	9,2%	AA
66	1	54,5%	36,4%	9,1%	AA
67	3	53,7%	35,8%	10,4%	AA
68	2	52,9%	36,8%	10,3%	AA
69	3	52,2%	36,2%	11,6%	AA
70	1	52,9%	35,7%	11,4%	AA
71	1	53,5%	35,2%	11,3%	AA
72	1	54,2%	34,7%	11,1%	AA
73	2	53,4%	35,6%	11,0%	AA
74	1	54,1%	35,1%	10,8%	AA
75	3	53,3%	34,7%	12,0%	AA
76	1	53,9%	34,2%	11,8%	AA
77	2	53,2%	35,1%	11,7%	AA
78	1	53,8%	34,6%	11,5%	AA
79	2	53,2%	35,4%	11,4%	AA
80	3	52,5%	35,0%	12,5%	AA
81	1	53,1%	34,6%	12,3%	AA
82	1	53,7%	34,1%	12,2%	AA
83	1	54,2%	33,7%	12,0%	AA
84	3	53,6%	33,3%	13,1%	AA
85	1	54,1%	32,9%	12,9%	AA
86	3	53,5%	32,6%	14,0%	AA
87	1	54,0%	32,2%	13,8%	AA
88	2	53,4%	33,0%	13,6%	AA
89	3	52,8%	32,6%	14,6%	AA
90	1	53,3%	32,2%	14,4%	AA
91	1	53,8%	31,9%	14,3%	AA
92	3	53,3%	31,5%	15,2%	AA
93	1	53,8%	31,2%	15,1%	AA
94	3	53,2%	30,9%	16,0%	AA
95	1	53,7%	30,5%	15,8%	AA
96	1	54,2%	30,2%	15,6%	AA
97	1	54,6%	29,9%	15,5%	AA
98	1	55,1%	29,6%	15,3%	AA
99	2	54,5%	30,3%	15,2%	AA
100	2	54,0%	31,0%	15,0%	AA
101	2	53,5%	31,7%	14,9%	AA
102	1	53,9%	31,4%	14,7%	AA
103	1	54,4%	31,1%	14,6%	AA
104	2	53,8%	31,7%	14,4%	AA
105	3	53,3%	31,4%	15,2%	AA
106	2	52,8%	32,1%	15,1%	AA

APÊNDICE B – Trajetória de Aprendizagem Direcionada ao ECA AA – Formas de Apresentação

Inter	FA	Índices de Navegação do Aluno – Formas de Apresentação ( $x_i$ )										ECA	
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
1	4	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	DA
2	5	50,0%	50,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	AA
3	8	33,3%	33,3%	0,0%	0,0%	33,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	ASA
4	4	50,0%	25,0%	0,0%	0,0%	25,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	DA
5	6	40,0%	20,0%	20,0%	0,0%	20,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	DA
6	5	33,3%	33,3%	16,7%	0,0%	16,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	AA
7	7	28,6%	28,6%	14,3%	14,3%	14,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	AA
8	8	25,0%	25,0%	12,5%	12,5%	25,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	AA
9	4	33,3%	22,2%	11,1%	11,1%	22,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	DA
10	6	30,0%	20,0%	20,0%	10,0%	20,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	DA
11	5	27,3%	27,3%	18,2%	9,1%	18,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	AA
12	5	25,0%	33,3%	16,7%	8,3%	16,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	AA
13	10	23,1%	30,8%	15,4%	7,7%	15,4%	0,0%	7,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	AA
14	13	21,4%	28,6%	14,3%	7,1%	14,3%	0,0%	7,1%	0,0%	0,0%	0,0%	7,1%	AA
15	6	20,0%	26,7%	20,0%	6,7%	13,3%	0,0%	6,7%	0,0%	0,0%	0,0%	6,7%	AA
16	9	18,8%	25,0%	18,8%	6,3%	12,5%	6,3%	6,3%	0,0%	0,0%	0,0%	6,3%	AA
17	5	17,6%	29,4%	17,6%	5,9%	11,8%	5,9%	5,9%	0,0%	0,0%	0,0%	5,9%	AA
18	10	16,7%	27,8%	16,7%	5,6%	11,1%	5,6%	11,1%	0,0%	0,0%	0,0%	5,6%	AA
19	12	15,8%	26,3%	15,8%	5,3%	10,5%	5,3%	10,5%	0,0%	5,3%	5,3%	5,3%	AA
20	6	15,0%	25,0%	20,0%	5,0%	10,0%	5,0%	10,0%	0,0%	5,0%	5,0%	5,0%	AA
21	4	19,0%	23,8%	19,0%	4,8%	9,5%	4,8%	9,5%	0,0%	4,8%	4,8%	4,8%	DA
22	8	18,2%	22,7%	18,2%	4,5%	13,6%	4,5%	9,1%	0,0%	4,5%	4,5%	4,5%	DA
23	6	17,4%	21,7%	21,7%	4,3%	13,0%	4,3%	8,7%	0,0%	4,3%	4,3%	4,3%	DA
24	5	16,7%	25,0%	20,8%	4,2%	12,5%	4,2%	8,3%	0,0%	4,2%	4,2%	4,2%	AA
25	7	16,0%	24,0%	20,0%	8,0%	12,0%	4,0%	8,0%	0,0%	4,0%	4,0%	4,0%	AA
26	10	15,4%	23,1%	19,2%	7,7%	11,5%	3,8%	11,5%	0,0%	3,8%	3,8%	3,8%	DA
27	6	14,8%	22,2%	22,2%	7,4%	11,1%	3,7%	11,1%	0,0%	3,7%	3,7%	3,7%	DA
28	4	17,9%	21,4%	21,4%	7,1%	10,7%	3,6%	10,7%	0,0%	3,6%	3,6%	3,6%	DA
29	5	17,2%	24,1%	20,7%	6,9%	10,3%	3,4%	10,3%	0,0%	3,4%	3,4%	3,4%	AA
30	7	16,7%	23,3%	20,0%	10,0%	10,0%	3,3%	10,0%	0,0%	3,3%	3,3%	3,3%	AA
31	8	16,1%	22,6%	19,4%	9,7%	12,9%	3,2%	9,7%	0,0%	3,2%	3,2%	3,2%	AA
32	5	15,6%	25,0%	18,8%	9,4%	12,5%	3,1%	9,4%	0,0%	3,1%	3,1%	3,1%	AA
33	5	15,2%	27,3%	18,2%	9,1%	12,1%	3,0%	9,1%	0,0%	3,0%	3,0%	3,0%	AA
34	4	17,6%	26,5%	17,6%	8,8%	11,8%	2,9%	8,8%	0,0%	2,9%	2,9%	2,9%	AA
35	11	17,1%	25,7%	17,1%	8,6%	11,4%	2,9%	8,6%	2,9%	2,9%	2,9%	2,9%	AA
36	13	16,7%	25,0%	16,7%	8,3%	11,1%	2,8%	8,3%	2,8%	2,8%	2,8%	5,6%	AA
37	5	16,2%	27,0%	16,2%	8,1%	10,8%	2,7%	8,1%	2,7%	2,7%	2,7%	5,4%	AA
38	9	15,8%	26,3%	15,8%	7,9%	10,5%	5,3%	7,9%	2,6%	2,6%	2,6%	5,3%	AA
39	8	15,4%	25,6%	15,4%	7,7%	12,8%	5,1%	7,7%	2,6%	2,6%	2,6%	5,1%	AA
40	5	15,0%	27,5%	15,0%	7,5%	12,5%	5,0%	7,5%	2,5%	2,5%	2,5%	5,0%	AA
41	4	17,1%	26,8%	14,6%	7,3%	12,2%	4,9%	7,3%	2,4%	2,4%	2,4%	4,9%	AA
42	13	16,7%	26,2%	14,3%	7,1%	11,9%	4,8%	7,1%	2,4%	2,4%	2,4%	7,1%	AA
43	5	16,3%	27,9%	14,0%	7,0%	11,6%	4,7%	7,0%	2,3%	2,3%	2,3%	7,0%	AA
44	7	15,9%	27,3%	13,6%	9,1%	11,4%	4,5%	6,8%	2,3%	2,3%	2,3%	6,8%	AA
45	8	15,6%	26,7%	13,3%	8,9%	13,3%	4,4%	6,7%	2,2%	2,2%	2,2%	6,7%	AA
46	5	15,2%	28,3%	13,0%	8,7%	13,0%	4,3%	6,5%	2,2%	2,2%	2,2%	6,5%	AA
47	5	14,9%	29,8%	12,8%	8,5%	12,8%	4,3%	6,4%	2,1%	2,1%	2,1%	6,4%	AA
48	4	16,7%	29,2%	12,5%	8,3%	12,5%	4,2%	6,3%	2,1%	2,1%	2,1%	6,3%	AA
49	4	16,3%	28,6%	12,2%	8,2%	12,2%	4,1%	6,1%	4,1%	2,0%	2,0%	6,1%	AA
50	5	18,0%	28,0%	12,0%	8,0%	12,0%	4,0%	6,0%	4,0%	2,0%	2,0%	6,0%	AA
51	8	17,6%	29,4%	11,8%	7,8%	11,8%	3,9%	5,9%	3,9%	2,0%	2,0%	5,9%	AA

Inter	FA	Índices de Navegação do Aluno – Formas de Apresentação ( $x_i$ )										ECA
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
52	11	17,3%	28,8%	11,5%	9,6%	11,5%	3,8%	5,8%	3,8%	1,9%	5,8%	AA
53	4	17,0%	28,3%	11,3%	9,4%	13,2%	3,8%	5,7%	3,8%	1,9%	5,7%	AA
54	5	16,7%	29,6%	11,1%	9,3%	13,0%	3,7%	5,6%	3,7%	1,9%	5,6%	AA
55	7	16,4%	29,1%	10,9%	9,1%	12,7%	3,6%	5,5%	5,5%	1,8%	5,5%	AA
56	8	17,9%	28,6%	10,7%	8,9%	12,5%	3,6%	5,4%	5,4%	1,8%	5,4%	AA
57	5	17,5%	28,1%	10,5%	8,8%	14,0%	3,5%	5,3%	5,3%	1,8%	5,3%	AA
58	11	17,2%	29,3%	10,3%	8,6%	13,8%	3,4%	5,2%	5,2%	1,7%	5,2%	AA
59	4	16,9%	28,8%	10,2%	10,2%	13,6%	3,4%	5,1%	5,1%	1,7%	5,1%	AA
60	8	16,7%	28,3%	10,0%	10,0%	13,3%	3,3%	5,0%	5,0%	1,7%	6,7%	AA
61	5	18,0%	27,9%	9,8%	9,8%	13,1%	3,3%	4,9%	4,9%	1,6%	6,6%	AA
62	7	17,7%	27,4%	9,7%	9,7%	12,9%	3,2%	4,8%	4,8%	3,2%	6,5%	AA
63	13	17,5%	27,0%	9,5%	9,5%	14,3%	3,2%	4,8%	4,8%	3,2%	6,3%	AA
64	4	17,2%	28,1%	9,4%	9,4%	14,1%	3,1%	4,7%	4,7%	3,1%	6,3%	AA
65	12	16,9%	27,7%	9,2%	9,2%	13,8%	3,1%	4,6%	6,2%	3,1%	6,2%	AA
66	8	18,2%	27,3%	9,1%	9,1%	13,6%	3,0%	4,5%	6,1%	3,0%	6,1%	AA
67	5	17,9%	26,9%	9,0%	9,0%	13,4%	3,0%	4,5%	6,0%	3,0%	7,5%	AA
68	11	17,6%	26,5%	8,8%	8,8%	14,7%	2,9%	4,4%	5,9%	2,9%	7,4%	AA
69	4	17,4%	26,1%	8,7%	8,7%	14,5%	2,9%	4,3%	5,8%	4,3%	7,2%	AA
70	13	17,1%	25,7%	10,0%	8,6%	14,3%	2,9%	4,3%	5,7%	4,3%	7,1%	AA
71	8	16,9%	26,8%	9,9%	8,5%	14,1%	2,8%	4,2%	5,6%	4,2%	7,0%	AA
72	12	18,1%	26,4%	9,7%	8,3%	13,9%	2,8%	4,2%	5,6%	4,2%	6,9%	AA
73	6	17,8%	26,0%	9,6%	8,2%	15,1%	2,7%	4,1%	5,5%	4,1%	6,8%	AA
74	5	17,6%	25,7%	10,8%	8,1%	14,9%	2,7%	4,1%	5,4%	4,1%	6,8%	AA
75	4	17,3%	25,3%	10,7%	8,0%	14,7%	2,7%	4,0%	5,3%	4,0%	8,0%	AA
76	8	17,1%	26,3%	10,5%	7,9%	14,5%	2,6%	3,9%	5,3%	3,9%	7,9%	AA
77	6	16,9%	26,0%	10,4%	7,8%	15,6%	2,6%	3,9%	5,2%	3,9%	7,8%	AA
78	13	17,9%	25,6%	10,3%	7,7%	15,4%	2,6%	3,8%	5,1%	3,8%	7,7%	AA
79	5	17,7%	25,3%	10,1%	8,9%	15,2%	2,5%	3,8%	5,1%	3,8%	7,6%	AA
80	8	17,5%	25,0%	10,0%	8,8%	15,0%	2,5%	3,8%	5,0%	3,8%	8,8%	AA
81	4	17,3%	25,9%	9,9%	8,6%	14,8%	2,5%	3,7%	4,9%	3,7%	8,6%	AA
82	7	17,1%	26,8%	9,8%	8,5%	14,6%	2,4%	3,7%	4,9%	3,7%	8,5%	AA
83	13	18,1%	26,5%	9,6%	8,4%	14,5%	2,4%	3,6%	4,8%	3,6%	8,4%	AA
84	5	17,9%	26,2%	9,5%	8,3%	14,3%	2,4%	3,6%	4,8%	3,6%	9,5%	AA
85	5	17,6%	27,1%	9,4%	8,2%	14,1%	2,4%	3,5%	4,7%	3,5%	9,4%	AA
86	4	17,4%	26,7%	9,3%	8,1%	14,0%	2,3%	3,5%	4,7%	4,7%	9,3%	AA
87	13	17,2%	27,6%	9,2%	8,0%	13,8%	2,3%	3,4%	4,6%	4,6%	9,2%	AA
88	5	17,0%	27,3%	9,1%	9,1%	13,6%	2,3%	3,4%	4,5%	4,5%	9,1%	AA
89	12	16,9%	27,0%	9,0%	9,0%	13,5%	2,2%	3,4%	4,5%	4,5%	10,1%	AA
90	5	16,7%	27,8%	8,9%	8,9%	13,3%	2,2%	3,3%	4,4%	4,4%	10,0%	AA
91	7	16,5%	28,6%	8,8%	8,8%	13,2%	2,2%	3,3%	4,4%	4,4%	9,9%	AA
92	13	16,3%	28,3%	8,7%	8,7%	13,0%	2,2%	3,3%	4,3%	5,4%	9,8%	AA
93	5	16,1%	29,0%	8,6%	8,6%	12,9%	2,2%	3,2%	4,3%	5,4%	9,7%	AA
94	5	16,0%	28,7%	8,5%	8,5%	12,8%	2,1%	3,2%	4,3%	6,4%	9,6%	AA
95	12	15,8%	29,5%	8,4%	8,4%	12,6%	2,1%	3,2%	4,2%	6,3%	9,5%	AA
96	5	15,6%	30,2%	8,3%	8,3%	12,5%	2,1%	3,1%	4,2%	6,3%	9,4%	AA
97	12	15,5%	30,9%	8,2%	8,2%	12,4%	2,1%	3,1%	4,1%	6,2%	9,3%	AA
98	5	15,3%	31,6%	8,2%	8,2%	12,2%	2,0%	3,1%	4,1%	6,1%	9,2%	AA
99	5	15,2%	31,3%	8,1%	8,1%	13,1%	2,0%	3,0%	4,0%	6,1%	9,1%	AA
100	5	15,0%	31,0%	8,0%	9,0%	13,0%	2,0%	3,0%	4,0%	6,0%	9,0%	AA
101	5	14,9%	30,7%	7,9%	8,9%	13,9%	2,0%	3,0%	4,0%	5,9%	8,9%	AA
102	8	14,7%	30,4%	8,8%	8,8%	13,7%	2,0%	2,9%	3,9%	5,9%	8,8%	AA
103	7	15,5%	30,1%	8,7%	8,7%	13,6%	1,9%	2,9%	3,9%	5,8%	8,7%	AA
104	8	15,4%	29,8%	8,7%	8,7%	13,5%	1,9%	3,8%	3,8%	5,8%	8,7%	AA
105	6	15,2%	29,5%	8,6%	8,6%	13,3%	1,9%	3,8%	3,8%	6,7%	8,6%	AA
106	4	15,1%	29,2%	8,5%	8,5%	13,2%	2,8%	3,8%	3,8%	6,6%	8,5%	AA

**APÊNDICE C – Resultados do Cálculo da Distância Euclidiana – Trajetória de Aprendizagem Direcionada ao ECA AA – Recursos Didáticos**

<b>Resultados do Cálculo da Distância Euclidiana – Recursos Didáticos</b>						
<b>Interação</b>	<b>AA</b>	<b>CG</b>	<b>DA</b>	<b>ASA</b>	<b>RS</b>	<b>Classificação</b>
0	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	–
1	0,1676	0,1990	0,1887	0,2172	0,2276	AA
2	0,1676	0,1990	0,1887	0,2172	0,2276	AA
3	0,1268	0,2427	0,1574	0,2035	0,2697	AA
4	0,1386	0,2210	0,1708	0,2148	0,2548	AA
5	0,1464	0,2128	0,1766	0,2172	0,2470	AA
6	0,1511	0,2088	0,1796	0,2179	0,2426	AA
7	0,1328	0,2290	0,1656	0,2114	0,2611	AA
8	0,1262	0,2567	0,1497	0,1917	0,2757	AA
9	0,1268	0,2427	0,1574	0,2035	0,2697	AA
10	0,1307	0,2328	0,1633	0,2095	0,2637	AA
11	0,1349	0,2259	0,1676	0,2128	0,2588	AA
12	0,1386	0,2210	0,1708	0,2148	0,2548	AA
13	0,1296	0,2349	0,1620	0,2083	0,2651	AA
14	0,1072	0,2339	0,1558	0,2246	0,2785	AA
15	0,1159	0,2263	0,1616	0,2252	0,2711	AA
16	0,1031	0,2454	0,1491	0,2177	0,2847	AA
17	0,1103	0,2365	0,1555	0,2202	0,2775	AA
18	0,1026	0,2546	0,1439	0,2105	0,2884	AA
19	0,0710	0,2564	0,1353	0,2320	0,3054	AA
20	0,0841	0,2439	0,1449	0,2326	0,2945	AA
21	0,0948	0,2351	0,1518	0,2323	0,2860	AA
22	0,0823	0,2547	0,1388	0,2251	0,2991	AA
23	0,0910	0,2449	0,1462	0,2268	0,2912	AA
24	0,0987	0,2375	0,1518	0,2275	0,2845	AA
25	0,0899	0,2532	0,1414	0,2208	0,2947	AA
26	0,0874	0,2695	0,1306	0,2100	0,3026	AA
27	0,0908	0,2600	0,1376	0,2147	0,2969	AA
28	0,0953	0,2520	0,1435	0,2178	0,2914	AA
29	0,1000	0,2454	0,1483	0,2199	0,2864	AA
30	0,0958	0,2577	0,1403	0,2129	0,2933	AA
31	0,0960	0,2698	0,1325	0,2033	0,2984	AA
32	0,0973	0,2625	0,1378	0,2080	0,2945	AA
33	0,0996	0,2560	0,1423	0,2115	0,2906	AA
34	0,1025	0,2503	0,1463	0,2141	0,2868	AA
35	0,1006	0,2602	0,1401	0,2074	0,2918	AA
36	0,0839	0,2631	0,1340	0,2174	0,3016	AA
37	0,0878	0,2563	0,1392	0,2198	0,2969	AA
38	0,0861	0,2675	0,1316	0,2124	0,3024	AA
39	0,0886	0,2782	0,1243	0,2028	0,3061	AA
40	0,0888	0,2712	0,1297	0,2076	0,3027	AA
41	0,0903	0,2649	0,1344	0,2112	0,2991	AA
42	0,0737	0,2674	0,1288	0,2216	0,3084	AA
43	0,0778	0,2606	0,1342	0,2237	0,3036	AA
44	0,0765	0,2716	0,1265	0,2165	0,3089	AA
45	0,0794	0,2819	0,1189	0,2073	0,3124	AA
46	0,0797	0,2751	0,1246	0,2116	0,3089	AA
47	0,0814	0,2688	0,1296	0,2149	0,3053	AA
48	0,0839	0,2631	0,1340	0,2174	0,3016	AA
49	0,0839	0,2720	0,1279	0,2107	0,3055	AA
50	0,0855	0,2665	0,1321	0,2136	0,3023	AA
51	0,0876	0,2614	0,1360	0,2159	0,2991	AA
52	0,0874	0,2695	0,1306	0,2100	0,3026	AA
53	0,0895	0,2771	0,1254	0,2029	0,3051	AA

<b>Resultados do Cálculo da Distância Euclidiana – Recursos Didáticos</b>						
<b>Interação</b>	<b>AA</b>	<b>CG</b>	<b>DA</b>	<b>ASA</b>	<b>RS</b>	<b>Classificação</b>
54	0,0896	0,2721	0,1292	0,2064	0,3027	AA
55	0,0923	0,2791	0,1246	0,1993	0,3047	AA
56	0,0919	0,2743	0,1282	0,2031	0,3026	AA
57	0,0952	0,2808	0,1239	0,1959	0,3041	AA
58	0,0943	0,2763	0,1273	0,1999	0,3023	AA
59	0,0980	0,2823	0,1235	0,1928	0,3035	AA
60	0,0870	0,2869	0,1164	0,1983	0,3113	AA
61	0,0857	0,2819	0,1205	0,2025	0,3094	AA
62	0,0731	0,2857	0,1140	0,2098	0,3173	AA
63	0,0792	0,2929	0,1084	0,2011	0,3184	AA
64	0,0772	0,2876	0,1132	0,2056	0,3164	AA
65	0,0835	0,2941	0,1082	0,1970	0,3171	AA
66	0,0810	0,2892	0,1126	0,2017	0,3155	AA
67	0,0690	0,2931	0,1055	0,2092	0,3232	AA
68	0,0772	0,2998	0,0997	0,1997	0,3235	AA
69	0,0665	0,3039	0,0906	0,2079	0,3312	AA
70	0,0617	0,2983	0,0974	0,2130	0,3295	AA
71	0,0590	0,2928	0,1037	0,2172	0,3274	AA
72	0,0580	0,2873	0,1093	0,2205	0,3248	AA
73	0,0640	0,2945	0,1027	0,2125	0,3262	AA
74	0,0624	0,2893	0,1081	0,2161	0,3240	AA
75	0,0493	0,2918	0,1028	0,2252	0,3310	AA
76	0,0489	0,2864	0,1087	0,2279	0,3282	AA
77	0,0546	0,2939	0,1014	0,2202	0,3299	AA
78	0,0534	0,2887	0,1070	0,2233	0,3275	AA
79	0,0597	0,2956	0,1003	0,2156	0,3288	AA
80	0,0481	0,2979	0,0944	0,2244	0,3352	AA
81	0,0454	0,2928	0,1009	0,2278	0,3331	AA
82	0,0448	0,2877	0,1067	0,2303	0,3305	AA
83	0,0457	0,2826	0,1119	0,2322	0,3275	AA
84	0,0319	0,2835	0,1094	0,2419	0,3334	AA
85	0,0349	0,2782	0,1145	0,2427	0,3297	AA
86	0,0208	0,2778	0,1137	0,2529	0,3348	AA
87	0,0267	0,2722	0,1183	0,2524	0,3304	AA
88	0,0242	0,2815	0,1107	0,2484	0,3352	AA
89	0,0089	0,2809	0,1106	0,2593	0,3402	AA
90	0,0155	0,2750	0,1155	0,2585	0,3355	AA
91	0,0228	0,2693	0,1197	0,2574	0,3308	AA
92	0,0173	0,2651	0,1202	0,2656	0,3318	AA
93	0,0244	0,2602	0,1240	0,2641	0,3274	AA
94	0,0269	0,2530	0,1248	0,2702	0,3251	AA
95	0,0316	0,2495	0,1283	0,2688	0,3219	AA
96	0,0367	0,2461	0,1314	0,2673	0,3186	AA
97	0,0418	0,2429	0,1342	0,2657	0,3153	AA
98	0,0468	0,2401	0,1367	0,2642	0,3123	AA
99	0,0375	0,2485	0,1314	0,2640	0,3186	AA
100	0,0278	0,2577	0,1258	0,2635	0,3252	AA
101	0,0179	0,2676	0,1197	0,2626	0,3322	AA
102	0,0247	0,2629	0,1231	0,2613	0,3280	AA
103	0,0309	0,2587	0,1263	0,2600	0,3241	AA
104	0,0227	0,2677	0,1206	0,2588	0,3303	AA
105	0,0188	0,2636	0,1211	0,2657	0,3307	AA
106	0,0081	0,2741	0,1148	0,2650	0,3380	AA

APÊNDICE D – Resultados do Cálculo da Distância Euclidiana – Trajetória de Aprendizagem Direcionada ao ECA AA – Formas de Apresentação

Resultados do Cálculo da Distância Euclidiana – Formas de Apresentação						
Interação	AA	CG	DA	ASA	RS	Classificação
0	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	-
1	0,2026	0,2051	0,1838	0,2080	0,2005	DA
2	0,1773	0,1999	0,1842	0,2088	0,2298	AA
3	0,1724	0,2290	0,1794	0,1696	0,2497	ASA
4	0,1876	0,2214	0,1693	0,1926	0,2291	DA
5	0,1830	0,2303	0,1610	0,1984	0,2272	DA
6	0,1579	0,2264	0,1687	0,1960	0,2509	AA
7	0,1463	0,2282	0,1682	0,2124	0,2449	AA
8	0,1540	0,2440	0,1713	0,1818	0,2489	AA
9	0,1696	0,2381	0,1593	0,1952	0,2378	DA
10	0,1706	0,2384	0,1611	0,2005	0,2295	DA
11	0,1496	0,2366	0,1666	0,1990	0,2482	AA
12	0,1351	0,2306	0,1766	0,1980	0,2598	AA
13	0,1361	0,2364	0,1645	0,1935	0,2694	AA
14	0,1304	0,2311	0,1682	0,1972	0,2731	AA
15	0,1453	0,2286	0,1717	0,2027	0,2518	AA
16	0,1506	0,2384	0,1625	0,1951	0,2533	AA
17	0,1323	0,2311	0,1753	0,1942	0,2671	AA
18	0,1469	0,2309	0,1667	0,1891	0,2663	AA
19	0,1428	0,2291	0,1559	0,2010	0,2712	AA
20	0,1552	0,2260	0,1639	0,2047	0,2503	AA
21	0,1600	0,2302	0,1470	0,2124	0,2503	DA
22	0,1591	0,2446	0,1442	0,1938	0,2583	DA
23	0,1665	0,2377	0,1555	0,1984	0,2420	DA
24	0,1523	0,2346	0,1618	0,1972	0,2541	AA
25	0,1487	0,2344	0,1629	0,2054	0,2486	AA
26	0,1596	0,2331	0,1586	0,2018	0,2469	DA
27	0,1660	0,2294	0,1650	0,2040	0,2355	DA
28	0,1684	0,2323	0,1543	0,2090	0,2360	DA
29	0,1570	0,2300	0,1589	0,2080	0,2461	AA
30	0,1562	0,2286	0,1612	0,2140	0,2400	AA
31	0,1553	0,2375	0,1598	0,2026	0,2448	AA
32	0,1437	0,2349	0,1652	0,2018	0,2543	AA
33	0,1339	0,2317	0,1714	0,2011	0,2619	AA
34	0,1363	0,2344	0,1609	0,2059	0,2624	AA
35	0,1339	0,2394	0,1563	0,2068	0,2636	AA
36	0,1342	0,2356	0,1584	0,2105	0,2614	AA
37	0,1228	0,2318	0,1665	0,2094	0,2696	AA
38	0,1278	0,2362	0,1618	0,2051	0,2691	AA
39	0,1265	0,2465	0,1608	0,1913	0,2749	AA
40	0,1160	0,2421	0,1691	0,1913	0,2815	AA
41	0,1194	0,2450	0,1569	0,1970	0,2817	AA
42	0,1205	0,2402	0,1605	0,1991	0,2796	AA
43	0,1101	0,2357	0,1695	0,1988	0,2859	AA
44	0,1081	0,2341	0,1719	0,2061	0,2799	AA
45	0,1071	0,2443	0,1714	0,1920	0,2852	AA
46	0,0978	0,2398	0,1793	0,1924	0,2906	AA
47	0,0922	0,2352	0,1861	0,1928	0,2937	AA
48	0,0945	0,2380	0,1755	0,1978	0,2943	AA
49	0,0919	0,2423	0,1725	0,1982	0,2951	AA
50	0,0982	0,2439	0,1614	0,2030	0,2935	AA
51	0,0920	0,2394	0,1696	0,2025	0,2964	AA
52	0,0907	0,2379	0,1717	0,2084	0,2913	AA
53	0,0887	0,2466	0,1713	0,1972	0,2962	AA

<b>Resultados do Cálculo da Distância Euclidiana – Formas de Apresentação</b>						
<b>Interação</b>	<b>AA</b>	<b>CG</b>	<b>DA</b>	<b>ASA</b>	<b>RS</b>	<b>Classificação</b>
54	0,0835	0,2422	0,1783	0,1973	0,2987	AA
55	0,0842	0,2449	0,1760	0,1974	0,2975	AA
56	0,0898	0,2462	0,1662	0,2015	0,2961	AA
57	0,0900	0,2537	0,1661	0,1905	0,2997	AA
58	0,0845	0,2493	0,1731	0,1910	0,3021	AA
59	0,0846	0,2475	0,1749	0,1964	0,2966	AA
60	0,0805	0,2448	0,1791	0,1982	0,2975	AA
61	0,0873	0,2458	0,1693	0,2022	0,2955	AA
62	0,0771	0,2472	0,1652	0,2094	0,3011	AA
63	0,0789	0,2546	0,1652	0,1975	0,3038	AA
64	0,0704	0,2510	0,1729	0,1979	0,3078	AA
65	0,0745	0,2525	0,1705	0,1977	0,3048	AA
66	0,0828	0,2529	0,1606	0,2016	0,3021	AA
67	0,0814	0,2494	0,1641	0,2035	0,3015	AA
68	0,0846	0,2562	0,1643	0,1914	0,3034	AA
69	0,0779	0,2569	0,1600	0,1980	0,3073	AA
70	0,0820	0,2570	0,1592	0,2007	0,3011	AA
71	0,0704	0,2542	0,1673	0,2013	0,3068	AA
72	0,0798	0,2544	0,1569	0,2051	0,3038	AA
73	0,0841	0,2601	0,1574	0,1936	0,3048	AA
74	0,0889	0,2594	0,1571	0,1961	0,2985	AA
75	0,0901	0,2557	0,1606	0,1973	0,2963	AA
76	0,0789	0,2533	0,1677	0,1979	0,3022	AA
77	0,0844	0,2584	0,1682	0,1865	0,3025	AA
78	0,0914	0,2588	0,1588	0,1908	0,3002	AA
79	0,0903	0,2573	0,1607	0,1963	0,2953	AA
80	0,0933	0,2529	0,1646	0,1974	0,2919	AA
81	0,0818	0,2508	0,1711	0,1979	0,2983	AA
82	0,0716	0,2486	0,1775	0,1986	0,3037	AA
83	0,0797	0,2488	0,1685	0,2020	0,3010	AA
84	0,0837	0,2434	0,1725	0,2031	0,2972	AA
85	0,0742	0,2412	0,1787	0,2035	0,3023	AA
86	0,0679	0,2409	0,1763	0,2096	0,3053	AA
87	0,0585	0,2389	0,1827	0,2100	0,3099	AA
88	0,0573	0,2376	0,1845	0,2151	0,3055	AA
89	0,0638	0,2305	0,1887	0,2163	0,3007	AA
90	0,0549	0,2288	0,1944	0,2165	0,3054	AA
91	0,0482	0,2270	0,1994	0,2165	0,3090	AA
92	0,0401	0,2262	0,1988	0,2229	0,3121	AA
93	0,0344	0,2245	0,2035	0,2226	0,3150	AA
94	0,0292	0,2229	0,2028	0,2284	0,3167	AA
95	0,0257	0,2212	0,2070	0,2276	0,3186	AA
96	0,0270	0,2187	0,2099	0,2259	0,3185	AA
97	0,0317	0,2158	0,2118	0,2237	0,3170	AA
98	0,0379	0,2129	0,2131	0,2213	0,3148	AA
99	0,0328	0,2194	0,2138	0,2151	0,3189	AA
100	0,0274	0,2193	0,2159	0,2199	0,3174	AA
101	0,0261	0,2251	0,2160	0,2128	0,3199	AA
102	0,0247	0,2271	0,2152	0,2148	0,3183	AA
103	0,0245	0,2290	0,2094	0,2178	0,3192	AA
104	0,0232	0,2303	0,2069	0,2167	0,3229	AA
105	0,0180	0,2292	0,2065	0,2216	0,3246	AA
106	0,0138	0,2331	0,2052	0,2202	0,3276	AA

## APÊNDICE E – Trajetória de Aprendizagem Direcionada ao ECA CG – Recursos Didáticos

Interação	RD	Índices de Navegação do Aluno – Recursos Didáticos ( $x_i$ )			ECA
		1 – Conceito	2 – Exercício	3 – Exemplo	
1	1	100,0%	0,0%	0,0%	AA
2	2	50,0%	50,0%	0,0%	ASA
3	1	66,7%	33,3%	0,0%	AA
4	1	75,0%	25,0%	0,0%	AA
5	2	60,0%	40,0%	0,0%	AA
6	1	66,7%	33,3%	0,0%	AA
7	1	71,4%	28,6%	0,0%	AA
8	2	62,5%	37,5%	0,0%	AA
9	2	55,6%	44,4%	0,0%	DA
10	2	50,0%	50,0%	0,0%	ASA
11	1	54,5%	45,5%	0,0%	DA
12	3	50,0%	41,7%	8,3%	DA
13	3	46,2%	38,5%	15,4%	DA
14	2	42,9%	42,9%	14,3%	ASA
15	3	40,0%	40,0%	20,0%	ASA
16	1	43,8%	37,5%	18,8%	DA
17	3	41,2%	35,3%	23,5%	RS
18	3	38,9%	33,3%	27,8%	RS
19	1	42,1%	31,6%	26,3%	CG
20	2	40,0%	35,0%	25,0%	RS
21	1	42,9%	33,3%	23,8%	CG
22	1	45,5%	31,8%	22,7%	DA
23	3	43,5%	30,4%	26,1%	CG
24	2	41,7%	33,3%	25,0%	CG
25	1	44,0%	32,0%	24,0%	CG
26	3	42,3%	30,8%	26,9%	CG
27	1	44,4%	29,6%	25,9%	CG
28	3	42,9%	28,6%	28,6%	CG
29	2	41,4%	31,0%	27,6%	CG
30	1	43,3%	30,0%	26,7%	CG
31	2	41,9%	32,3%	25,8%	CG
32	1	43,8%	31,3%	25,0%	CG
33	3	42,4%	30,3%	27,3%	CG
34	3	41,2%	29,4%	29,4%	CG
35	1	42,9%	28,6%	28,6%	CG
36	3	41,7%	27,8%	30,6%	CG
37	1	43,2%	27,0%	29,7%	CG
38	2	42,1%	28,9%	28,9%	CG
39	2	41,0%	30,8%	28,2%	CG
40	1	42,5%	30,0%	27,5%	CG
41	3	41,5%	29,3%	29,3%	CG
42	2	40,5%	31,0%	28,6%	CG
43	3	39,5%	30,2%	30,2%	CG
44	1	40,9%	29,5%	29,5%	CG
45	2	40,0%	31,1%	28,9%	CG
46	1	41,3%	30,4%	28,3%	CG
47	3	40,4%	29,8%	29,8%	CG
48	1	41,7%	29,2%	29,2%	CG
49	3	40,8%	28,6%	30,6%	CG
50	1	42,0%	28,0%	30,0%	CG
51	1	43,1%	27,5%	29,4%	CG
52	3	42,3%	26,9%	30,8%	CG

Interação	RD	Índices de Navegação do Aluno – Recursos Didáticos ( $x_i$ )			ECA
		1 – Conceito	2 – Exercício	3 – Exemplo	
53	3	41,5%	26,4%	32,1%	CG
54	1	42,6%	25,9%	31,5%	CG
55	1	43,6%	25,5%	30,9%	CG
56	2	42,9%	26,8%	30,4%	CG
57	3	42,1%	26,3%	31,6%	CG
58	1	43,1%	25,9%	31,0%	CG
59	3	42,4%	25,4%	32,2%	CG
60	2	41,7%	26,7%	31,7%	CG
61	1	42,6%	26,2%	31,1%	CG
62	3	41,9%	25,8%	32,3%	CG
63	2	41,3%	27,0%	31,7%	CG
64	3	40,6%	26,6%	32,8%	CG
65	3	40,0%	26,2%	33,8%	CG
66	1	40,9%	25,8%	33,3%	CG
67	2	40,3%	26,9%	32,8%	CG
68	1	41,2%	26,5%	32,4%	CG
69	1	42,0%	26,1%	31,9%	CG
70	3	41,4%	25,7%	32,9%	CG
71	3	40,8%	25,4%	33,8%	CG
72	1	41,7%	25,0%	33,3%	CG
73	2	41,1%	26,0%	32,9%	CG
74	2	40,5%	27,0%	32,4%	CG
75	1	41,3%	26,7%	32,0%	CG
76	1	42,1%	26,3%	31,6%	CG
77	3	41,6%	26,0%	32,5%	CG
78	1	42,3%	25,6%	32,1%	CG
79	1	43,0%	25,3%	31,6%	CG
80	1	43,8%	25,0%	31,3%	CG
81	3	43,2%	24,7%	32,1%	CG
82	1	43,9%	24,4%	31,7%	CG
83	2	43,4%	25,3%	31,3%	CG
84	2	42,9%	26,2%	31,0%	CG
85	2	42,4%	27,1%	30,6%	CG

APÊNDICE F – Trajetória de Aprendizagem Direcionada ao ECA CG – Formas de Apresentação

Inter	FA	Índices de Navegação do Aluno – Formas de Apresentação ( $x_i$ )										ECA	
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
1	5	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	AA
2	7	0,0%	50,0%	0,0%	50,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	AA
3	6	0,0%	33,3%	33,3%	33,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	AA
4	4	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	AA
5	8	20,0%	20,0%	20,0%	20,0%	20,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	AA
6	6	16,7%	16,7%	33,3%	16,7%	16,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	AA
7	5	14,3%	28,6%	28,6%	14,3%	14,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	AA
8	11	12,5%	25,0%	25,0%	12,5%	12,5%	0,0%	0,0%	12,5%	0,0%	0,0%	0,0%	AA
9	7	11,1%	22,2%	22,2%	22,2%	11,1%	0,0%	0,0%	11,1%	0,0%	0,0%	0,0%	AA
10	10	10,0%	20,0%	20,0%	20,0%	10,0%	0,0%	10,0%	10,0%	0,0%	0,0%	0,0%	AA
11	5	9,1%	27,3%	18,2%	18,2%	9,1%	0,0%	9,1%	9,1%	0,0%	0,0%	0,0%	AA
12	13	8,3%	25,0%	16,7%	16,7%	8,3%	0,0%	8,3%	8,3%	0,0%	8,3%	0,0%	AA
13	12	7,7%	23,1%	15,4%	15,4%	7,7%	0,0%	7,7%	7,7%	7,7%	7,7%	7,7%	AA
14	7	7,1%	21,4%	14,3%	21,4%	7,1%	0,0%	7,1%	7,1%	7,1%	7,1%	7,1%	AA
15	13	6,7%	20,0%	13,3%	20,0%	6,7%	0,0%	6,7%	6,7%	6,7%	6,7%	13,3%	RS
16	5	6,3%	25,0%	12,5%	18,8%	6,3%	0,0%	6,3%	6,3%	6,3%	6,3%	12,5%	AA
17	13	5,9%	23,5%	11,8%	17,6%	5,9%	0,0%	5,9%	5,9%	5,9%	5,9%	17,6%	CG
18	12	5,6%	22,2%	11,1%	16,7%	5,6%	0,0%	5,6%	5,6%	11,1%	16,7%	16,7%	CG
19	4	10,5%	21,1%	10,5%	15,8%	5,3%	0,0%	5,3%	5,3%	10,5%	15,8%	15,8%	CG
20	10	10,0%	20,0%	10,0%	15,0%	5,0%	0,0%	10,0%	5,0%	10,0%	15,0%	15,0%	CG
21	5	9,5%	23,8%	9,5%	14,3%	4,8%	0,0%	9,5%	4,8%	9,5%	14,3%	14,3%	CG
22	4	13,6%	22,7%	9,1%	13,6%	4,5%	0,0%	9,1%	4,5%	9,1%	13,6%	13,6%	CG
23	13	13,0%	21,7%	8,7%	13,0%	4,3%	0,0%	8,7%	4,3%	8,7%	17,4%	17,4%	CG
24	7	12,5%	20,8%	8,3%	16,7%	4,2%	0,0%	8,3%	4,2%	8,3%	16,7%	16,7%	CG
25	5	12,0%	24,0%	8,0%	16,0%	4,0%	0,0%	8,0%	4,0%	8,0%	16,0%	16,0%	CG
26	13	11,5%	23,1%	7,7%	15,4%	3,8%	0,0%	7,7%	3,8%	7,7%	19,2%	19,2%	CG
27	4	14,8%	22,2%	7,4%	14,8%	3,7%	0,0%	7,4%	3,7%	7,4%	18,5%	18,5%	CG
28	12	14,3%	21,4%	7,1%	14,3%	3,6%	0,0%	7,1%	3,6%	10,7%	17,9%	17,9%	CG
29	10	13,8%	20,7%	6,9%	13,8%	3,4%	0,0%	10,3%	3,4%	10,3%	17,2%	17,2%	CG
30	5	13,3%	23,3%	6,7%	13,3%	3,3%	0,0%	10,0%	3,3%	10,0%	16,7%	16,7%	CG
31	9	12,9%	22,6%	6,5%	12,9%	3,2%	3,2%	9,7%	3,2%	9,7%	16,1%	16,1%	CG
32	4	15,6%	21,9%	6,3%	12,5%	3,1%	3,1%	9,4%	3,1%	9,4%	15,6%	15,6%	CG
33	13	15,2%	21,2%	6,1%	12,1%	3,0%	3,0%	9,1%	3,0%	9,1%	18,2%	18,2%	CG
34	12	14,7%	20,6%	5,9%	11,8%	2,9%	2,9%	8,8%	2,9%	11,8%	17,6%	17,6%	CG
35	5	14,3%	22,9%	5,7%	11,4%	2,9%	2,9%	8,6%	2,9%	11,4%	17,1%	17,1%	CG
36	13	13,9%	22,2%	5,6%	11,1%	2,8%	2,8%	8,3%	2,8%	11,1%	19,4%	19,4%	CG
37	4	16,2%	21,6%	5,4%	10,8%	2,7%	2,7%	8,1%	2,7%	10,8%	18,9%	18,9%	CG
38	7	15,8%	21,1%	5,3%	13,2%	2,6%	2,6%	7,9%	2,6%	10,5%	18,4%	18,4%	CG
39	11	15,4%	20,5%	5,1%	12,8%	2,6%	2,6%	7,7%	5,1%	10,3%	17,9%	17,9%	CG
40	5	15,0%	22,5%	5,0%	12,5%	2,5%	2,5%	7,5%	5,0%	10,0%	17,5%	17,5%	CG
41	13	14,6%	22,0%	4,9%	12,2%	2,4%	2,4%	7,3%	4,9%	9,8%	19,5%	19,5%	CG
42	10	14,3%	21,4%	4,8%	11,9%	2,4%	2,4%	9,5%	4,8%	9,5%	19,0%	19,0%	CG
43	13	14,0%	20,9%	4,7%	11,6%	2,3%	2,3%	9,3%	4,7%	9,3%	20,9%	20,9%	CG
44	5	13,6%	22,7%	4,5%	11,4%	2,3%	2,3%	9,1%	4,5%	9,1%	20,5%	20,5%	CG
45	7	13,3%	22,2%	4,4%	13,3%	2,2%	2,2%	8,9%	4,4%	8,9%	20,0%	20,0%	CG
46	4	15,2%	21,7%	4,3%	13,0%	2,2%	2,2%	8,7%	4,3%	8,7%	19,6%	19,6%	CG
47	13	14,9%	21,3%	4,3%	12,8%	2,1%	2,1%	8,5%	4,3%	8,5%	21,3%	21,3%	CG
48	5	14,6%	22,9%	4,2%	12,5%	2,1%	2,1%	8,3%	4,2%	8,3%	20,8%	20,8%	CG
49	13	14,3%	22,4%	4,1%	12,2%	2,0%	2,0%	8,2%	4,1%	8,2%	22,4%	22,4%	CG
50	5	14,0%	24,0%	4,0%	12,0%	2,0%	2,0%	8,0%	4,0%	8,0%	22,0%	22,0%	CG
51	4	15,7%	23,5%	3,9%	11,8%	2,0%	2,0%	7,8%	3,9%	7,8%	21,6%	21,6%	CG

Inter	FA	Índices de Navegação do Aluno – Formas de Apresentação ( $x_i$ )										ECA
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
52	13	15,4%	23,1%	3,8%	11,5%	1,9%	1,9%	7,7%	3,8%	7,7%	23,1%	CG
53	12	15,1%	22,6%	3,8%	11,3%	1,9%	1,9%	7,5%	3,8%	9,4%	22,6%	CG
54	5	14,8%	24,1%	3,7%	11,1%	1,9%	1,9%	7,4%	3,7%	9,3%	22,2%	CG
55	5	14,5%	25,5%	3,6%	10,9%	1,8%	1,8%	7,3%	3,6%	9,1%	21,8%	CG
56	7	14,3%	25,0%	3,6%	12,5%	1,8%	1,8%	7,1%	3,6%	8,9%	21,4%	CG
57	13	14,0%	24,6%	3,5%	12,3%	1,8%	1,8%	7,0%	3,5%	8,8%	22,8%	CG
58	4	15,5%	24,1%	3,4%	12,1%	1,7%	1,7%	6,9%	3,4%	8,6%	22,4%	CG
59	12	15,3%	23,7%	3,4%	11,9%	1,7%	1,7%	6,8%	3,4%	10,2%	22,0%	CG
60	8	15,0%	23,3%	3,3%	11,7%	3,3%	1,7%	6,7%	3,3%	10,0%	21,7%	CG
61	5	14,8%	24,6%	3,3%	11,5%	3,3%	1,6%	6,6%	3,3%	9,8%	21,3%	CG
62	12	14,5%	24,2%	3,2%	11,3%	3,2%	1,6%	6,5%	3,2%	11,3%	21,0%	CG
63	8	14,3%	23,8%	3,2%	11,1%	4,8%	1,6%	6,3%	3,2%	11,1%	20,6%	CG
64	13	14,1%	23,4%	3,1%	10,9%	4,7%	1,6%	6,3%	3,1%	10,9%	21,9%	CG
65	12	13,8%	23,1%	3,1%	10,8%	4,6%	1,5%	6,2%	3,1%	12,3%	21,5%	CG
66	5	13,6%	24,2%	3,0%	10,6%	4,5%	1,5%	6,1%	3,0%	12,1%	21,2%	CG
67	8	13,4%	23,9%	3,0%	10,4%	6,0%	1,5%	6,0%	3,0%	11,9%	20,9%	CG
68	5	13,2%	25,0%	2,9%	10,3%	5,9%	1,5%	5,9%	2,9%	11,8%	20,6%	CG
69	4	14,5%	24,6%	2,9%	10,1%	5,8%	1,4%	5,8%	2,9%	11,6%	20,3%	CG
70	13	14,3%	24,3%	2,9%	10,0%	5,7%	1,4%	5,7%	2,9%	11,4%	21,4%	CG
71	12	14,1%	23,9%	2,8%	9,9%	5,6%	1,4%	5,6%	2,8%	12,7%	21,1%	CG
72	5	13,9%	25,0%	2,8%	9,7%	5,6%	1,4%	5,6%	2,8%	12,5%	20,8%	CG
73	8	13,7%	24,7%	2,7%	9,6%	6,8%	1,4%	5,5%	2,7%	12,3%	20,5%	CG
74	9	13,5%	24,3%	2,7%	9,5%	6,8%	2,7%	5,4%	2,7%	12,2%	20,3%	CG
75	4	14,7%	24,0%	2,7%	9,3%	6,7%	2,7%	5,3%	2,7%	12,0%	20,0%	CG
76	6	14,5%	23,7%	3,9%	9,2%	6,6%	2,6%	5,3%	2,6%	11,8%	19,7%	CG
77	13	14,3%	23,4%	3,9%	9,1%	6,5%	2,6%	5,2%	2,6%	11,7%	20,8%	CG
78	5	14,1%	24,4%	3,8%	9,0%	6,4%	2,6%	5,1%	2,6%	11,5%	20,5%	CG
79	5	13,9%	25,3%	3,8%	8,9%	6,3%	2,5%	5,1%	2,5%	11,4%	20,3%	CG
80	6	13,8%	25,0%	5,0%	8,8%	6,3%	2,5%	5,0%	2,5%	11,3%	20,0%	CG
81	13	13,6%	24,7%	4,9%	8,6%	6,2%	2,5%	4,9%	2,5%	11,1%	21,0%	CG
82	5	13,4%	25,6%	4,9%	8,5%	6,1%	2,4%	4,9%	2,4%	11,0%	20,7%	CG
83	7	13,3%	25,3%	4,8%	9,6%	6,0%	2,4%	4,8%	2,4%	10,8%	20,5%	CG
84	10	13,1%	25,0%	4,8%	9,5%	6,0%	2,4%	6,0%	2,4%	10,7%	20,2%	CG
85	8	12,9%	24,7%	4,7%	9,4%	7,1%	2,4%	5,9%	2,4%	10,6%	20,0%	CG

APÊNDICE G – Resultados do Cálculo da Distância Euclidiana – Trajetória de Aprendizagem Direcionada ao ECA CG – Recursos Didáticos

Resultados do Cálculo da Distância Euclidiana – Recursos Didáticos						
Interação	AA	CG	DA	ASA	RS	Classificação
0	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	-
1	0,1676	0,1990	0,1887	0,2172	0,2276	AA
2	0,1683	0,2839	0,1478	0,1365	0,2635	ASA
3	0,1268	0,2427	0,1574	0,2035	0,2697	AA
4	0,1386	0,2210	0,1708	0,2148	0,2548	AA
5	0,1296	0,2651	0,1457	0,1822	0,2775	AA
6	0,1268	0,2427	0,1574	0,2035	0,2697	AA
7	0,1328	0,2290	0,1656	0,2114	0,2611	AA
8	0,1262	0,2567	0,1497	0,1917	0,2757	AA
9	0,1432	0,2774	0,1423	0,1615	0,2756	DA
10	0,1683	0,2839	0,1478	0,1365	0,2635	ASA
11	0,1474	0,2795	0,1425	0,1565	0,2741	DA
12	0,1310	0,3139	0,1030	0,1464	0,3057	DA
13	0,1493	0,3381	0,0206	0,1671	0,3250	DA
14	0,2105	0,3418	0,1009	0,0647	0,2821	ASA
15	0,2547	0,2844	0,1380	0,1237	0,1991	ASA
16	0,1924	0,2904	0,0754	0,1769	0,2648	DA
17	0,2467	0,1918	0,1679	0,2307	0,1629	RS
18	0,2859	0,1212	0,2294	0,2718	0,0917	RS
19	0,2436	0,1031	0,2061	0,2892	0,1579	CG
20	0,2675	0,1698	0,1939	0,2412	0,1277	RS
21	0,2211	0,1619	0,1673	0,2624	0,1872	CG
22	0,1719	0,1651	0,1502	0,2791	0,2337	DA
23	0,2238	0,0936	0,2015	0,2990	0,1820	CG
24	0,2445	0,1447	0,1884	0,2654	0,1570	CG
25	0,2037	0,1436	0,1700	0,2797	0,2030	CG
26	0,2436	0,0849	0,2135	0,2981	0,1600	CG
27	0,2099	0,0910	0,1988	0,3037	0,1966	CG
28	0,2442	0,0405	0,2308	0,3158	0,1687	CG
29	0,2575	0,0816	0,2225	0,2964	0,1420	CG
30	0,2290	0,0805	0,2091	0,3035	0,1778	CG
31	0,2438	0,1190	0,1995	0,2808	0,1569	CG
32	0,2136	0,1191	0,1859	0,2896	0,1918	CG
33	0,2436	0,0748	0,2176	0,3025	0,1615	CG
34	0,2644	0,0440	0,2402	0,3102	0,1413	CG
35	0,2442	0,0405	0,2308	0,3158	0,1687	CG
36	0,2624	0,0149	0,2484	0,3201	0,1543	CG
37	0,2440	0,0190	0,2394	0,3223	0,1753	CG
38	0,2540	0,0396	0,2355	0,3141	0,1569	CG
39	0,2632	0,0726	0,2294	0,2992	0,1355	CG
40	0,2437	0,0684	0,2201	0,3052	0,1626	CG
41	0,2613	0,0420	0,2388	0,3116	0,1462	CG
42	0,2698	0,0740	0,2336	0,2973	0,1253	CG
43	0,2788	0,0608	0,2464	0,3005	0,1135	CG
44	0,2670	0,0461	0,2413	0,3088	0,1368	CG
45	0,2749	0,0761	0,2369	0,2955	0,1166	CG
46	0,2603	0,0667	0,2297	0,3023	0,1410	CG
47	0,2715	0,0507	0,2432	0,3060	0,1285	CG
48	0,2591	0,0410	0,2378	0,3125	0,1496	CG
49	0,2685	0,0304	0,2482	0,3134	0,1394	CG
50	0,2585	0,0190	0,2446	0,3200	0,1580	CG
51	0,2444	0,0232	0,2375	0,3212	0,1737	CG
52	0,2583	0,0002	0,2501	0,3255	0,1658	CG
53	0,2593	0,0197	0,2505	0,3160	0,1545	CG

<b>Resultados do Cálculo da Distância Euclidiana – Recursos Didáticos</b>						
<b>Interação</b>	<b>AA</b>	<b>CG</b>	<b>DA</b>	<b>ASA</b>	<b>RS</b>	<b>Classificação</b>
54	0,2505	0,0154	0,2470	0,3196	0,1675	CG
55	0,2386	0,0243	0,2405	0,3187	0,1780	CG
56	0,2504	0,0093	0,2449	0,3240	0,1714	CG
57	0,2559	0,0128	0,2494	0,3198	0,1621	CG
58	0,2455	0,0168	0,2441	0,3205	0,1731	CG
59	0,2495	0,0244	0,2467	0,3151	0,1643	CG
60	0,2600	0,0142	0,2508	0,3187	0,1564	CG
61	0,2518	0,0106	0,2474	0,3219	0,1684	CG
62	0,2540	0,0226	0,2486	0,3152	0,1597	CG
63	0,2630	0,0180	0,2514	0,3168	0,1508	CG
64	0,2630	0,0317	0,2514	0,3098	0,1441	CG
65	0,2624	0,0439	0,2509	0,3033	0,1395	CG
66	0,2578	0,0358	0,2497	0,3079	0,1488	CG
67	0,2655	0,0344	0,2520	0,3084	0,1397	CG
68	0,2608	0,0242	0,2509	0,3137	0,1504	CG
69	0,2550	0,0173	0,2491	0,3177	0,1609	CG
70	0,2557	0,0297	0,2492	0,3112	0,1541	CG
71	0,2559	0,0410	0,2489	0,3053	0,1490	CG
72	0,2510	0,0364	0,2472	0,3084	0,1571	CG
73	0,2587	0,0303	0,2502	0,3107	0,1502	CG
74	0,2656	0,0297	0,2520	0,3109	0,1418	CG
75	0,2613	0,0196	0,2511	0,3159	0,1521	CG
76	0,2559	0,0128	0,2494	0,3198	0,1621	CG
77	0,2566	0,0247	0,2496	0,3137	0,1553	CG
78	0,2510	0,0216	0,2474	0,3162	0,1638	CG
79	0,2441	0,0235	0,2440	0,3170	0,1714	CG
80	0,2364	0,0291	0,2399	0,3164	0,1782	CG
81	0,2404	0,0315	0,2424	0,3135	0,1722	CG
82	0,2336	0,0359	0,2389	0,3132	0,1784	CG
83	0,2410	0,0242	0,2422	0,3176	0,1749	CG
84	0,2493	0,0117	0,2459	0,3221	0,1710	CG
85	0,2573	0,0033	0,2488	0,3249	0,1658	CG

APÊNDICE H – Resultados do Cálculo da Distância Euclidiana – Trajetória de Aprendizagem Direcionada ao ECA CG – Formas de Apresentação

Resultados do Cálculo da Distância Euclidiana – Formas de Apresentação						
Interação	AA	CG	DA	ASA	RS	Classificação
0	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	–
1	0,1794	0,1937	0,2067	0,1973	0,2228	AA
2	0,1783	0,1904	0,2113	0,2107	0,2093	AA
3	0,1753	0,1975	0,2079	0,2163	0,2029	AA
4	0,1721	0,2049	0,1858	0,2325	0,2048	AA
5	0,1643	0,2336	0,1801	0,2029	0,2191	AA
6	0,1780	0,2244	0,1858	0,2068	0,2050	AA
7	0,1532	0,2213	0,1923	0,2053	0,2279	AA
8	0,1550	0,2277	0,1881	0,2060	0,2232	AA
9	0,1630	0,2206	0,1939	0,2153	0,2072	AA
10	0,1711	0,2226	0,1855	0,2117	0,2091	AA
11	0,1509	0,2179	0,1926	0,2098	0,2287	AA
12	0,1567	0,2040	0,2068	0,2192	0,2133	AA
13	0,1578	0,1948	0,2037	0,2366	0,2070	AA
14	0,1706	0,1936	0,2070	0,2380	0,1908	AA
15	0,1888	0,1745	0,2239	0,2487	0,1641	RS
16	0,1657	0,1672	0,2293	0,2451	0,1927	AA
17	0,1879	0,1478	0,2436	0,2515	0,1692	CG
18	0,1942	0,1396	0,2414	0,2618	0,1630	CG
19	0,1973	0,1325	0,2318	0,2846	0,1537	CG
20	0,2079	0,1395	0,2198	0,2737	0,1591	CG
21	0,1841	0,1298	0,2257	0,2694	0,1910	CG
22	0,1863	0,1310	0,2068	0,2854	0,1905	CG
23	0,2121	0,1047	0,2277	0,2917	0,1637	CG
24	0,2096	0,1246	0,2267	0,2859	0,1532	CG
25	0,1894	0,1159	0,2313	0,2817	0,1817	CG
26	0,2090	0,1006	0,2439	0,2839	0,1627	CG
27	0,2119	0,1028	0,2308	0,2942	0,1604	CG
28	0,2177	0,0949	0,2293	0,3023	0,1558	CG
29	0,2229	0,1067	0,2192	0,2912	0,1600	CG
30	0,2065	0,0968	0,2240	0,2885	0,1843	CG
31	0,2131	0,0996	0,2204	0,2883	0,1785	CG
32	0,2153	0,1078	0,2037	0,2950	0,1782	CG
33	0,2315	0,0914	0,2197	0,2975	0,1598	CG
34	0,2342	0,0910	0,2172	0,3005	0,1572	CG
35	0,2194	0,0791	0,2221	0,2985	0,1810	CG
36	0,2332	0,0672	0,2343	0,2991	0,1661	CG
37	0,2337	0,0785	0,2202	0,3024	0,1653	CG
38	0,2313	0,0892	0,2219	0,3025	0,1552	CG
39	0,2325	0,0973	0,2190	0,3027	0,1485	CG
40	0,2195	0,0869	0,2229	0,3009	0,1697	CG
41	0,2313	0,0781	0,2332	0,3007	0,1568	CG
42	0,2340	0,0879	0,2257	0,2930	0,1593	CG
43	0,2418	0,0851	0,2335	0,2908	0,1489	CG
44	0,2318	0,0756	0,2366	0,2895	0,1665	CG
45	0,2298	0,0849	0,2366	0,2898	0,1588	CG
46	0,2311	0,0892	0,2277	0,2941	0,1579	CG
47	0,2381	0,0871	0,2342	0,2917	0,1489	CG
48	0,2291	0,0792	0,2368	0,2904	0,1645	CG
49	0,2350	0,0803	0,2411	0,2871	0,1564	CG
50	0,2265	0,0750	0,2430	0,2851	0,1704	CG
51	0,2274	0,0789	0,2356	0,2884	0,1697	CG
52	0,2326	0,0810	0,2393	0,2849	0,1622	CG
53	0,2359	0,0738	0,2398	0,2906	0,1600	CG

<b>Resultados do Cálculo da Distância Euclidiana – Formas de Apresentação</b>						
<b>Interação</b>	<b>AA</b>	<b>CG</b>	<b>DA</b>	<b>ASA</b>	<b>RS</b>	<b>Classificação</b>
54	0,2282	0,0686	0,2417	0,2888	0,1727	CG
55	0,2199	0,0671	0,2427	0,2858	0,1845	CG
56	0,2193	0,0714	0,2432	0,2876	0,1784	CG
57	0,2248	0,0729	0,2460	0,2849	0,1714	CG
58	0,2256	0,0754	0,2403	0,2879	0,1708	CG
59	0,2283	0,0701	0,2403	0,2922	0,1691	CG
60	0,2320	0,0585	0,2450	0,2954	0,1691	CG
61	0,2241	0,0547	0,2466	0,2932	0,1814	CG
62	0,2263	0,0524	0,2456	0,2961	0,1797	CG
63	0,2296	0,0401	0,2504	0,2983	0,1816	CG
64	0,2349	0,0438	0,2532	0,2949	0,1732	CG
65	0,2355	0,0471	0,2504	0,2955	0,1714	CG
66	0,2284	0,0418	0,2524	0,2941	0,1834	CG
67	0,2306	0,0339	0,2563	0,2938	0,1854	CG
68	0,2222	0,0323	0,2574	0,2910	0,1970	CG
69	0,2233	0,0336	0,2513	0,2951	0,1966	CG
70	0,2294	0,0351	0,2545	0,2927	0,1882	CG
71	0,2296	0,0412	0,2510	0,2925	0,1857	CG
72	0,2222	0,0393	0,2522	0,2901	0,1961	CG
73	0,2228	0,0367	0,2545	0,2877	0,1983	CG
74	0,2265	0,0348	0,2543	0,2880	0,1964	CG
75	0,2271	0,0387	0,2475	0,2911	0,1956	CG
76	0,2283	0,0304	0,2496	0,2983	0,1934	CG
77	0,2347	0,0303	0,2536	0,2964	0,1849	CG
78	0,2273	0,0251	0,2557	0,2949	0,1969	CG
79	0,2187	0,0275	0,2560	0,2911	0,2068	CG
80	0,2182	0,0252	0,2566	0,2956	0,2044	CG
81	0,2247	0,0260	0,2595	0,2936	0,1962	CG
82	0,2162	0,0301	0,2591	0,2894	0,2052	CG
83	0,2176	0,0242	0,2623	0,2950	0,2009	CG
84	0,2232	0,0142	0,2625	0,2970	0,2031	CG
85	0,2231	0,0138	0,2643	0,2936	0,2052	CG

## APÊNDICE I – Trajetória de Aprendizagem Mista CG – Recursos Didáticos

Interação	RD	Índices de Navegação do Aluno – Recursos Didáticos ( $x_i$ )			ECA
		1 – Conceito	2 – Exercício	3 – Exemplo	
1	2	0,0%	100,0%	0,0%	ASA
2	1	50,0%	50,0%	0,0%	ASA
3	2	33,3%	66,7%	0,0%	ASA
4	2	25,0%	75,0%	0,0%	ASA
5	3	20,0%	60,0%	20,0%	ASA
6	1	33,3%	50,0%	16,7%	ASA
7	1	42,9%	42,9%	14,3%	ASA
8	2	37,5%	50,0%	12,5%	ASA
9	1	44,4%	44,4%	11,1%	ASA
10	1	50,0%	40,0%	10,0%	DA
11	2	45,5%	45,5%	9,1%	ASA
12	2	41,7%	50,0%	8,3%	ASA
13	1	46,2%	46,2%	7,7%	ASA
14	1	50,0%	42,9%	7,1%	DA
15	1	53,3%	40,0%	6,7%	AA
16	1	56,3%	37,5%	6,3%	AA
17	2	52,9%	41,2%	5,9%	DA
18	1	55,6%	38,9%	5,6%	AA
19	3	52,6%	36,8%	10,5%	AA
20	1	55,0%	35,0%	10,0%	AA
21	1	57,1%	33,3%	9,5%	AA
22	1	59,1%	31,8%	9,1%	AA
23	2	56,5%	34,8%	8,7%	AA
24	3	54,2%	33,3%	12,5%	AA
25	1	56,0%	32,0%	12,0%	AA
26	2	53,8%	34,6%	11,5%	AA
27	3	51,9%	33,3%	14,8%	AA
28	1	53,6%	32,1%	14,3%	AA
29	1	55,2%	31,0%	13,8%	AA
30	3	53,3%	30,0%	16,7%	AA
31	1	54,8%	29,0%	16,1%	AA
32	1	56,3%	28,1%	15,6%	AA
33	2	54,5%	30,3%	15,2%	AA
34	3	52,9%	29,4%	17,6%	AA
35	1	54,3%	28,6%	17,1%	AA
36	2	52,8%	30,6%	16,7%	AA
37	1	54,1%	29,7%	16,2%	AA
38	1	55,3%	28,9%	15,8%	AA
39	3	53,8%	28,2%	17,9%	AA
40	2	52,5%	30,0%	17,5%	AA
41	3	51,2%	29,3%	19,5%	AA
42	1	52,4%	28,6%	19,0%	AA
43	1	53,5%	27,9%	18,6%	AA
44	1	54,5%	27,3%	18,2%	AA
45	3	53,3%	26,7%	20,0%	AA
46	1	54,3%	26,1%	19,6%	AA
47	2	53,2%	27,7%	19,1%	AA
48	3	52,1%	27,1%	20,8%	AA
49	1	53,1%	26,5%	20,4%	AA
50	1	54,0%	26,0%	20,0%	AA
51	1	54,9%	25,5%	19,6%	AA
52	2	53,8%	26,9%	19,2%	AA

Interação	RD	Índices de Navegação do Aluno – Recursos Didáticos ( $x_i$ )			ECA
		1 – Conceito	2 – Exercício	3 – Exemplo	
53	1	54,7%	26,4%	18,9%	AA
54	2	53,7%	27,8%	18,5%	AA
55	2	52,7%	29,1%	18,2%	AA
56	2	51,8%	30,4%	17,9%	AA
57	1	52,6%	29,8%	17,5%	AA
58	3	51,7%	29,3%	19,0%	AA
59	3	50,8%	28,8%	20,3%	AA
60	1	51,7%	28,3%	20,0%	AA
61	3	50,8%	27,9%	21,3%	AA
62	1	51,6%	27,4%	21,0%	AA
63	2	50,8%	28,6%	20,6%	AA
64	3	50,0%	28,1%	21,9%	AA
65	1	50,8%	27,7%	21,5%	AA
66	2	50,0%	28,8%	21,2%	AA
67	1	50,7%	28,4%	20,9%	AA
68	1	51,5%	27,9%	20,6%	AA
69	1	52,2%	27,5%	20,3%	AA
70	2	51,4%	28,6%	20,0%	AA
71	1	52,1%	28,2%	19,7%	AA
72	3	51,4%	27,8%	20,8%	AA
73	3	50,7%	27,4%	21,9%	AA
74	3	50,0%	27,0%	23,0%	AA
75	2	49,3%	28,0%	22,7%	AA
76	1	50,0%	27,6%	22,4%	AA
77	1	50,6%	27,3%	22,1%	AA
78	3	50,0%	26,9%	23,1%	AA
79	3	49,4%	26,6%	24,1%	CG
80	1	50,0%	26,3%	23,8%	CG
81	2	49,4%	27,2%	23,5%	CG
82	3	48,8%	26,8%	24,4%	CG
83	1	49,4%	26,5%	24,1%	CG
84	3	48,8%	26,2%	25,0%	CG
85	2	48,2%	27,1%	24,7%	CG
86	3	47,7%	26,7%	25,6%	CG
87	3	47,1%	26,4%	26,4%	CG
88	3	46,6%	26,1%	27,3%	CG
89	3	46,1%	25,8%	28,1%	CG
90	2	45,6%	26,7%	27,8%	CG
91	2	45,1%	27,5%	27,5%	CG
92	1	45,7%	27,2%	27,2%	CG
93	3	45,2%	26,9%	28,0%	CG
94	1	45,7%	26,6%	27,7%	CG
95	2	45,3%	27,4%	27,4%	CG
96	2	44,8%	28,1%	27,1%	CG
97	3	44,3%	27,8%	27,8%	CG
98	3	43,9%	27,6%	28,6%	CG
99	3	43,4%	27,3%	29,3%	CG
100	3	43,0%	27,0%	30,0%	CG
101	2	42,6%	27,7%	29,7%	CG
102	1	43,1%	27,5%	29,4%	CG
103	2	42,7%	28,2%	29,1%	CG
104	3	42,3%	27,9%	29,8%	CG
105	2	41,9%	28,6%	29,5%	CG
106	1	42,5%	28,3%	29,2%	CG
107	1	43,0%	28,0%	29,0%	CG
108	1	43,5%	27,8%	28,7%	CG

Interação	RD	Índices de Navegação do Aluno – Recursos Didáticos ( $x_i$ )			ECA
		1 – Conceito	2 – Exercício	3 – Exemplo	
109	1	44,0%	27,5%	28,4%	CG
110	1	44,5%	27,3%	28,2%	CG
111	2	44,1%	27,9%	27,9%	CG
112	2	43,8%	28,6%	27,7%	CG
113	2	43,4%	29,2%	27,4%	CG
114	2	43,0%	29,8%	27,2%	CG
115	2	42,6%	30,4%	27,0%	CG
116	2	42,2%	31,0%	26,7%	CG
117	3	41,9%	30,8%	27,4%	CG
118	1	42,4%	30,5%	27,1%	CG
119	2	42,0%	31,1%	26,9%	CG
120	1	42,5%	30,8%	26,7%	CG
121	1	43,0%	30,6%	26,4%	CG
122	2	42,6%	31,1%	26,2%	CG
123	3	42,3%	30,9%	26,8%	CG
124	3	41,9%	30,6%	27,4%	CG
125	3	41,6%	30,4%	28,0%	CG
126	1	42,1%	30,2%	27,8%	CG
127	1	42,5%	29,9%	27,6%	CG
128	1	43,0%	29,7%	27,3%	CG
129	1	43,4%	29,5%	27,1%	CG
130	1	43,8%	29,2%	26,9%	CG
131	1	44,3%	29,0%	26,7%	CG
132	2	43,9%	29,5%	26,5%	CG
133	2	43,6%	30,1%	26,3%	CG
134	2	43,3%	30,6%	26,1%	CG
135	3	43,0%	30,4%	26,7%	CG
136	3	42,6%	30,1%	27,2%	CG
137	3	42,3%	29,9%	27,7%	CG
138	3	42,0%	29,7%	28,3%	CG
139	3	41,7%	29,5%	28,8%	CG
140	1	42,1%	29,3%	28,6%	CG
141	2	41,8%	29,8%	28,4%	CG
142	2	41,5%	30,3%	28,2%	CG
143	1	42,0%	30,1%	28,0%	CG
144	2	41,7%	30,6%	27,8%	CG
145	2	41,4%	31,0%	27,6%	CG
146	3	41,1%	30,8%	28,1%	CG
147	1	41,5%	30,6%	27,9%	CG
148	1	41,9%	30,4%	27,7%	CG
149	2	41,6%	30,9%	27,5%	CG
150	1	42,0%	30,7%	27,3%	CG
151	1	42,4%	30,5%	27,2%	CG
152	2	42,1%	30,9%	27,0%	CG
153	2	41,8%	31,4%	26,8%	CG
154	1	42,2%	31,2%	26,6%	CG
155	1	42,6%	31,0%	26,5%	CG
156	1	42,9%	30,8%	26,3%	CG
157	1	43,3%	30,6%	26,1%	CG
158	2	43,0%	31,0%	25,9%	CG
159	1	43,4%	30,8%	25,8%	CG
160	3	43,1%	30,6%	26,3%	CG
161	1	43,5%	30,4%	26,1%	CG
162	1	43,8%	30,2%	25,9%	CG
163	1	44,2%	30,1%	25,8%	CG
164	2	43,9%	30,5%	25,6%	CG

Interação	RD	Índices de Navegação do Aluno – Recursos Didáticos ( $x_i$ )			ECA
		1 – Conceito	2 – Exercício	3 – Exemplo	
165	3	43,6%	30,3%	26,1%	CG
166	1	44,0%	30,1%	25,9%	CG
167	2	43,7%	30,5%	25,7%	CG
168	3	43,5%	30,4%	26,2%	CG
169	1	43,8%	30,2%	26,0%	CG
170	1	44,1%	30,0%	25,9%	CG
171	3	43,9%	29,8%	26,3%	CG
172	1	44,2%	29,7%	26,2%	CG
173	1	44,5%	29,5%	26,0%	CG
174	2	44,3%	29,9%	25,9%	CG
175	3	44,0%	29,7%	26,3%	CG
176	1	44,3%	29,5%	26,1%	CG
177	2	44,1%	29,9%	26,0%	CG
178	1	44,4%	29,8%	25,8%	CG
179	1	44,7%	29,6%	25,7%	CG
180	3	44,4%	29,4%	26,1%	CG
181	2	44,2%	29,8%	26,0%	CG
182	3	44,0%	29,7%	26,4%	CG
183	1	44,3%	29,5%	26,2%	CG
184	1	44,6%	29,3%	26,1%	CG
185	1	44,9%	29,2%	25,9%	CG
186	3	44,6%	29,0%	26,3%	CG
187	1	44,9%	28,9%	26,2%	CG
188	2	44,7%	29,3%	26,1%	CG
189	3	44,4%	29,1%	26,5%	CG
190	1	44,7%	28,9%	26,3%	CG
191	1	45,0%	28,8%	26,2%	CG
192	1	45,3%	28,6%	26,0%	CG
193	2	45,1%	29,0%	25,9%	CG
194	1	45,4%	28,9%	25,8%	CG
195	2	45,1%	29,2%	25,6%	CG
196	2	44,9%	29,6%	25,5%	CG
197	2	44,7%	29,9%	25,4%	CG
198	1	44,9%	29,8%	25,3%	CG
199	3	44,7%	29,6%	25,6%	CG
200	3	44,5%	29,5%	26,0%	CG
201	1	44,8%	29,4%	25,9%	CG
202	3	44,6%	29,2%	26,2%	CG
203	1	44,8%	29,1%	26,1%	CG
204	2	44,6%	29,4%	26,0%	CG
205	3	44,4%	29,3%	26,3%	CG
206	1	44,7%	29,1%	26,2%	CG
207	2	44,4%	29,5%	26,1%	CG
208	1	44,7%	29,3%	26,0%	CG
209	1	45,0%	29,2%	25,8%	CG
210	1	45,2%	29,0%	25,7%	CG
211	2	45,0%	29,4%	25,6%	CG
212	1	45,3%	29,2%	25,5%	CG
213	3	45,1%	29,1%	25,8%	CG
214	3	44,9%	29,0%	26,2%	CG
215	3	44,7%	28,8%	26,5%	CG
216	2	44,4%	29,2%	26,4%	CG
217	1	44,7%	29,0%	26,3%	CG
218	1	45,0%	28,9%	26,1%	CG
219	3	44,7%	28,8%	26,5%	CG
220	3	44,5%	28,6%	26,8%	CG

Interação	RD	Índices de Navegação do Aluno – Recursos Didáticos ( $x_i$ )			ECA
		1 – Conceito	2 – Exercício	3 – Exemplo	
221	1	44,8%	28,5%	26,7%	CG
222	2	44,6%	28,8%	26,6%	CG
223	3	44,4%	28,7%	26,9%	CG
224	1	44,6%	28,6%	26,8%	CG
225	3	44,4%	28,4%	27,1%	CG
226	2	44,2%	28,8%	27,0%	CG
227	3	44,1%	28,6%	27,3%	CG
228	3	43,9%	28,5%	27,6%	CG
229	3	43,7%	28,4%	27,9%	CG
230	3	43,5%	28,3%	28,3%	CG
231	2	43,3%	28,6%	28,1%	CG
232	2	43,1%	28,9%	28,0%	CG
233	1	43,3%	28,8%	27,9%	CG
234	3	43,2%	28,6%	28,2%	CG
235	1	43,4%	28,5%	28,1%	CG
236	2	43,2%	28,8%	28,0%	CG
237	2	43,0%	29,1%	27,8%	CG
238	3	42,9%	29,0%	28,2%	CG
239	3	42,7%	28,9%	28,5%	CG
240	3	42,5%	28,8%	28,8%	CG

## APÊNDICE J – Trajetória de Aprendizagem Mista CG – Formas de Apresentação

Inter	FA	Índices de Navegação do Aluno – Formas de Apresentação ( $x_i$ )										ECA
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	7	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	RS
2	5	0,0%	50,0%	0,0%	50,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	AA
3	10	0,0%	33,3%	0,0%	33,3%	0,0%	0,0%	33,3%	0,0%	0,0%	0,0%	AA
4	8	0,0%	25,0%	0,0%	25,0%	25,0%	0,0%	25,0%	0,0%	0,0%	0,0%	ASA
5	12	0,0%	20,0%	0,0%	20,0%	20,0%	0,0%	20,0%	0,0%	20,0%	0,0%	ASA
6	6	0,0%	16,7%	16,7%	16,7%	16,7%	0,0%	16,7%	0,0%	16,7%	0,0%	AA
7	5	0,0%	28,6%	14,3%	14,3%	14,3%	0,0%	14,3%	0,0%	14,3%	0,0%	AA
8	8	0,0%	25,0%	12,5%	12,5%	25,0%	0,0%	12,5%	0,0%	12,5%	0,0%	ASA
9	5	0,0%	33,3%	11,1%	11,1%	22,2%	0,0%	11,1%	0,0%	11,1%	0,0%	AA
10	4	10,0%	30,0%	10,0%	10,0%	20,0%	0,0%	10,0%	0,0%	10,0%	0,0%	AA
11	10	9,1%	27,3%	9,1%	9,1%	18,2%	0,0%	18,2%	0,0%	9,1%	0,0%	AA
12	7	8,3%	25,0%	8,3%	16,7%	16,7%	0,0%	16,7%	0,0%	8,3%	0,0%	AA
13	4	15,4%	23,1%	7,7%	15,4%	15,4%	0,0%	15,4%	0,0%	7,7%	0,0%	DA
14	6	14,3%	21,4%	14,3%	14,3%	14,3%	0,0%	14,3%	0,0%	7,1%	0,0%	DA
15	5	13,3%	26,7%	13,3%	13,3%	13,3%	0,0%	13,3%	0,0%	6,7%	0,0%	AA
16	4	18,8%	25,0%	12,5%	12,5%	12,5%	0,0%	12,5%	0,0%	6,3%	0,0%	AA
17	10	17,6%	23,5%	11,8%	11,8%	11,8%	0,0%	17,6%	0,0%	5,9%	0,0%	DA
18	5	16,7%	27,8%	11,1%	11,1%	11,1%	0,0%	16,7%	0,0%	5,6%	0,0%	AA
19	13	15,8%	26,3%	10,5%	10,5%	10,5%	0,0%	15,8%	0,0%	5,3%	5,3%	AA
20	4	20,0%	25,0%	10,0%	10,0%	10,0%	0,0%	15,0%	0,0%	5,0%	5,0%	DA
21	6	19,0%	23,8%	14,3%	9,5%	9,5%	0,0%	14,3%	0,0%	4,8%	4,8%	DA
22	5	18,2%	27,3%	13,6%	9,1%	9,1%	0,0%	13,6%	0,0%	4,5%	4,5%	AA
23	10	17,4%	26,1%	13,0%	8,7%	8,7%	0,0%	17,4%	0,0%	4,3%	4,3%	DA
24	12	16,7%	25,0%	12,5%	8,3%	8,3%	0,0%	16,7%	0,0%	8,3%	4,2%	DA
25	5	16,0%	28,0%	12,0%	8,0%	8,0%	0,0%	16,0%	0,0%	8,0%	4,0%	AA
26	7	15,4%	26,9%	11,5%	11,5%	7,7%	0,0%	15,4%	0,0%	7,7%	3,8%	AA
27	13	14,8%	25,9%	11,1%	11,1%	7,4%	0,0%	14,8%	0,0%	7,4%	7,4%	AA
28	5	14,3%	28,6%	10,7%	10,7%	7,1%	0,0%	14,3%	0,0%	7,1%	7,1%	AA
29	4	17,2%	27,6%	10,3%	10,3%	6,9%	0,0%	13,8%	0,0%	6,9%	6,9%	AA
30	13	16,7%	26,7%	10,0%	10,0%	6,7%	0,0%	13,3%	0,0%	6,7%	10,0%	AA
31	5	16,1%	29,0%	9,7%	9,7%	6,5%	0,0%	12,9%	0,0%	6,5%	9,7%	AA
32	5	15,6%	31,3%	9,4%	9,4%	6,3%	0,0%	12,5%	0,0%	6,3%	9,4%	AA
33	10	15,2%	30,3%	9,1%	9,1%	6,1%	0,0%	15,2%	0,0%	6,1%	9,1%	AA
34	12	14,7%	29,4%	8,8%	8,8%	5,9%	0,0%	14,7%	0,0%	8,8%	8,8%	AA
35	5	14,3%	31,4%	8,6%	8,6%	5,7%	0,0%	14,3%	0,0%	8,6%	8,6%	AA
36	9	13,9%	30,6%	8,3%	8,3%	5,6%	2,8%	13,9%	0,0%	8,3%	8,3%	AA
37	4	16,2%	29,7%	8,1%	8,1%	5,4%	2,7%	13,5%	0,0%	8,1%	8,1%	AA
38	5	15,8%	31,6%	7,9%	7,9%	5,3%	2,6%	13,2%	0,0%	7,9%	7,9%	AA
39	13	15,4%	30,8%	7,7%	7,7%	5,1%	2,6%	12,8%	0,0%	7,7%	10,3%	AA
40	8	15,0%	30,0%	7,5%	7,5%	7,5%	2,5%	12,5%	0,0%	7,5%	10,0%	AA
41	13	14,6%	29,3%	7,3%	7,3%	7,3%	2,4%	12,2%	0,0%	7,3%	12,2%	AA
42	4	16,7%	28,6%	7,1%	7,1%	7,1%	2,4%	11,9%	0,0%	7,1%	11,9%	AA
43	5	16,3%	30,2%	7,0%	7,0%	7,0%	2,3%	11,6%	0,0%	7,0%	11,6%	AA
44	5	15,9%	31,8%	6,8%	6,8%	6,8%	2,3%	11,4%	0,0%	6,8%	11,4%	AA
45	13	15,6%	31,1%	6,7%	6,7%	6,7%	2,2%	11,1%	0,0%	6,7%	13,3%	AA
46	4	17,4%	30,4%	6,5%	6,5%	6,5%	2,2%	10,9%	0,0%	6,5%	13,0%	AA
47	10	17,0%	29,8%	6,4%	6,4%	6,4%	2,1%	12,8%	0,0%	6,4%	12,8%	CG
48	13	16,7%	29,2%	6,3%	6,3%	6,3%	2,1%	12,5%	0,0%	6,3%	14,6%	CG
49	5	16,3%	30,6%	6,1%	6,1%	6,1%	2,0%	12,2%	0,0%	6,1%	14,3%	CG
50	5	16,0%	32,0%	6,0%	6,0%	6,0%	2,0%	12,0%	0,0%	6,0%	14,0%	CG
51	4	17,6%	31,4%	5,9%	5,9%	5,9%	2,0%	11,8%	0,0%	5,9%	13,7%	CG
52	7	17,3%	30,8%	5,8%	7,7%	5,8%	1,9%	11,5%	0,0%	5,8%	13,5%	CG

Inter	FA	Índices de Navegação do Aluno – Formas de Apresentação ( $x_i$ )										ECA
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
53	5	17,0%	32,1%	5,7%	7,5%	5,7%	1,9%	11,3%	0,0%	5,7%	13,2%	AA
54	7	16,7%	31,5%	5,6%	9,3%	5,6%	1,9%	11,1%	0,0%	5,6%	13,0%	CG
55	8	16,4%	30,9%	5,5%	9,1%	7,3%	1,8%	10,9%	0,0%	5,5%	12,7%	AA
56	9	16,1%	30,4%	5,4%	8,9%	7,1%	3,6%	10,7%	0,0%	5,4%	12,5%	AA
57	6	15,8%	29,8%	7,0%	8,8%	7,0%	3,5%	10,5%	0,0%	5,3%	12,3%	AA
58	13	15,5%	29,3%	6,9%	8,6%	6,9%	3,4%	10,3%	0,0%	5,2%	13,8%	CG
59	12	15,3%	28,8%	6,8%	8,5%	6,8%	3,4%	10,2%	0,0%	6,8%	13,6%	CG
60	4	16,7%	28,3%	6,7%	8,3%	6,7%	3,3%	10,0%	0,0%	6,7%	13,3%	CG
61	13	16,4%	27,9%	6,6%	8,2%	6,6%	3,3%	9,8%	0,0%	6,6%	14,8%	CG
62	4	17,7%	27,4%	6,5%	8,1%	6,5%	3,2%	9,7%	0,0%	6,5%	14,5%	CG
63	7	17,5%	27,0%	6,3%	9,5%	6,3%	3,2%	9,5%	0,0%	6,3%	14,3%	CG
64	12	17,2%	26,6%	6,3%	9,4%	6,3%	3,1%	9,4%	0,0%	7,8%	14,1%	CG
65	5	16,9%	27,7%	6,2%	9,2%	6,2%	3,1%	9,2%	0,0%	7,7%	13,8%	CG
66	8	16,7%	27,3%	6,1%	9,1%	7,6%	3,0%	9,1%	0,0%	7,6%	13,6%	CG
67	4	17,9%	26,9%	6,0%	9,0%	7,5%	3,0%	9,0%	0,0%	7,5%	13,4%	CG
68	5	17,6%	27,9%	5,9%	8,8%	7,4%	2,9%	8,8%	0,0%	7,4%	13,2%	CG
69	5	17,4%	29,0%	5,8%	8,7%	7,2%	2,9%	8,7%	0,0%	7,2%	13,0%	CG
70	11	17,1%	28,6%	5,7%	8,6%	7,1%	2,9%	8,6%	1,4%	7,1%	12,9%	AA
71	4	18,3%	28,2%	5,6%	8,5%	7,0%	2,8%	8,5%	1,4%	7,0%	12,7%	AA
72	13	18,1%	27,8%	5,6%	8,3%	6,9%	2,8%	8,3%	1,4%	6,9%	13,9%	CG
73	13	17,8%	27,4%	5,5%	8,2%	6,8%	2,7%	8,2%	1,4%	6,8%	15,1%	CG
74	13	17,6%	27,0%	5,4%	8,1%	6,8%	2,7%	8,1%	1,4%	6,8%	16,2%	CG
75	10	17,3%	26,7%	5,3%	8,0%	6,7%	2,7%	9,3%	1,3%	6,7%	16,0%	CG
76	5	17,1%	27,6%	5,3%	7,9%	6,6%	2,6%	9,2%	1,3%	6,6%	15,8%	CG
77	4	18,2%	27,3%	5,2%	7,8%	6,5%	2,6%	9,1%	1,3%	6,5%	15,6%	CG
78	13	17,9%	26,9%	5,1%	7,7%	6,4%	2,6%	9,0%	1,3%	6,4%	16,7%	CG
79	12	17,7%	26,6%	5,1%	7,6%	6,3%	2,5%	8,9%	1,3%	7,6%	16,5%	CG
80	5	17,5%	27,5%	5,0%	7,5%	6,3%	2,5%	8,8%	1,3%	7,5%	16,3%	CG
81	11	17,3%	27,2%	4,9%	7,4%	6,2%	2,5%	8,6%	2,5%	7,4%	16,0%	CG
82	12	17,1%	26,8%	4,9%	7,3%	6,1%	2,4%	8,5%	2,4%	8,5%	15,9%	CG
83	5	16,9%	27,7%	4,8%	7,2%	6,0%	2,4%	8,4%	2,4%	8,4%	15,7%	CG
84	13	16,7%	27,4%	4,8%	7,1%	6,0%	2,4%	8,3%	2,4%	8,3%	16,7%	CG
85	8	16,5%	27,1%	4,7%	7,1%	7,1%	2,4%	8,2%	2,4%	8,2%	16,5%	CG
86	12	16,3%	26,7%	4,7%	7,0%	7,0%	2,3%	8,1%	2,3%	9,3%	16,3%	CG
87	13	16,1%	26,4%	4,6%	6,9%	6,9%	2,3%	8,0%	2,3%	9,2%	17,2%	CG
88	12	15,9%	26,1%	4,5%	6,8%	6,8%	2,3%	8,0%	2,3%	10,2%	17,0%	CG
89	13	15,7%	25,8%	4,5%	6,7%	6,7%	2,2%	7,9%	2,2%	10,1%	18,0%	CG
90	11	15,6%	25,6%	4,4%	6,7%	6,7%	2,2%	7,8%	3,3%	10,0%	17,8%	CG
91	7	15,4%	25,3%	4,4%	7,7%	6,6%	2,2%	7,7%	3,3%	9,9%	17,6%	CG
92	5	15,2%	26,1%	4,3%	7,6%	6,5%	2,2%	7,6%	3,3%	9,8%	17,4%	CG
93	13	15,1%	25,8%	4,3%	7,5%	6,5%	2,2%	7,5%	3,2%	9,7%	18,3%	CG
94	5	14,9%	26,6%	4,3%	7,4%	6,4%	2,1%	7,4%	3,2%	9,6%	18,1%	CG
95	7	14,7%	26,3%	4,2%	8,4%	6,3%	2,1%	7,4%	3,2%	9,5%	17,9%	CG
96	7	14,6%	26,0%	4,2%	9,4%	6,3%	2,1%	7,3%	3,1%	9,4%	17,7%	CG
97	12	14,4%	25,8%	4,1%	9,3%	6,2%	2,1%	7,2%	3,1%	10,3%	17,5%	CG
98	13	14,3%	25,5%	4,1%	9,2%	6,1%	2,0%	7,1%	3,1%	10,2%	18,4%	CG
99	12	14,1%	25,3%	4,0%	9,1%	6,1%	2,0%	7,1%	3,0%	11,1%	18,2%	CG
100	13	14,0%	25,0%	4,0%	9,0%	6,0%	2,0%	7,0%	3,0%	11,0%	19,0%	CG
101	7	13,9%	24,8%	4,0%	9,9%	5,9%	2,0%	6,9%	3,0%	10,9%	18,8%	CG
102	4	14,7%	24,5%	3,9%	9,8%	5,9%	2,0%	6,9%	2,9%	10,8%	18,6%	CG
103	7	14,6%	24,3%	3,9%	10,7%	5,8%	1,9%	6,8%	2,9%	10,7%	18,4%	CG
104	12	14,4%	24,0%	3,8%	10,6%	5,8%	1,9%	6,7%	2,9%	11,5%	18,3%	CG
105	11	14,3%	23,8%	3,8%	10,5%	5,7%	1,9%	6,7%	3,8%	11,4%	18,1%	CG
106	4	15,1%	23,6%	3,8%	10,4%	5,7%	1,9%	6,6%	3,8%	11,3%	17,9%	CG
107	6	15,0%	23,4%	4,7%	10,3%	5,6%	1,9%	6,5%	3,7%	11,2%	17,8%	CG

Inter	FA	Índices de Navegação do Aluno – Formas de Apresentação ( $x_i$ )										ECA
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
108	6	14,8%	23,1%	5,6%	10,2%	5,6%	1,9%	6,5%	3,7%	11,1%	17,6%	CG
109	4	15,6%	22,9%	5,5%	10,1%	5,5%	1,8%	6,4%	3,7%	11,0%	17,4%	CG
110	5	15,5%	23,6%	5,5%	10,0%	5,5%	1,8%	6,4%	3,6%	10,9%	17,3%	CG
111	10	15,3%	23,4%	5,4%	9,9%	5,4%	1,8%	7,2%	3,6%	10,8%	17,1%	CG
112	9	15,2%	23,2%	5,4%	9,8%	5,4%	2,7%	7,1%	3,6%	10,7%	17,0%	CG
113	8	15,0%	23,0%	5,3%	9,7%	6,2%	2,7%	7,1%	3,5%	10,6%	16,8%	CG
114	7	14,9%	22,8%	5,3%	10,5%	6,1%	2,6%	7,0%	3,5%	10,5%	16,7%	CG
115	8	14,8%	22,6%	5,2%	10,4%	7,0%	2,6%	7,0%	3,5%	10,4%	16,5%	CG
116	11	14,7%	22,4%	5,2%	10,3%	6,9%	2,6%	6,9%	4,3%	10,3%	16,4%	CG
117	13	14,5%	22,2%	5,1%	10,3%	6,8%	2,6%	6,8%	4,3%	10,3%	17,1%	CG
118	4	15,3%	22,0%	5,1%	10,2%	6,8%	2,5%	6,8%	4,2%	10,2%	16,9%	CG
119	9	15,1%	21,8%	5,0%	10,1%	6,7%	3,4%	6,7%	4,2%	10,1%	16,8%	CG
120	6	15,0%	21,7%	5,8%	10,0%	6,7%	3,3%	6,7%	4,2%	10,0%	16,7%	CG
121	4	15,7%	21,5%	5,8%	9,9%	6,6%	3,3%	6,6%	4,1%	9,9%	16,5%	CG
122	8	15,6%	21,3%	5,7%	9,8%	7,4%	3,3%	6,6%	4,1%	9,8%	16,4%	CG
123	12	15,4%	21,1%	5,7%	9,8%	7,3%	3,3%	6,5%	4,1%	10,6%	16,3%	CG
124	13	15,3%	21,0%	5,6%	9,7%	7,3%	3,2%	6,5%	4,0%	10,5%	16,9%	CG
125	13	15,2%	20,8%	5,6%	9,6%	7,2%	3,2%	6,4%	4,0%	10,4%	17,6%	CG
126	5	15,1%	21,4%	5,6%	9,5%	7,1%	3,2%	6,3%	4,0%	10,3%	17,5%	CG
127	5	15,0%	22,0%	5,5%	9,4%	7,1%	3,1%	6,3%	3,9%	10,2%	17,3%	CG
128	5	14,8%	22,7%	5,5%	9,4%	7,0%	3,1%	6,3%	3,9%	10,2%	17,2%	CG
129	6	14,7%	22,5%	6,2%	9,3%	7,0%	3,1%	6,2%	3,9%	10,1%	17,1%	CG
130	6	14,6%	22,3%	6,9%	9,2%	6,9%	3,1%	6,2%	3,8%	10,0%	16,9%	CG
131	4	15,3%	22,1%	6,9%	9,2%	6,9%	3,1%	6,1%	3,8%	9,9%	16,8%	CG
132	8	15,2%	22,0%	6,8%	9,1%	7,6%	3,0%	6,1%	3,8%	9,8%	16,7%	CG
133	8	15,0%	21,8%	6,8%	9,0%	8,3%	3,0%	6,0%	3,8%	9,8%	16,5%	CG
134	7	14,9%	21,6%	6,7%	9,7%	8,2%	3,0%	6,0%	3,7%	9,7%	16,4%	CG
135	13	14,8%	21,5%	6,7%	9,6%	8,1%	3,0%	5,9%	3,7%	9,6%	17,0%	CG
136	13	14,7%	21,3%	6,6%	9,6%	8,1%	2,9%	5,9%	3,7%	9,6%	17,6%	CG
137	13	14,6%	21,2%	6,6%	9,5%	8,0%	2,9%	5,8%	3,6%	9,5%	18,2%	CG
138	12	14,5%	21,0%	6,5%	9,4%	8,0%	2,9%	5,8%	3,6%	10,1%	18,1%	CG
139	12	14,4%	20,9%	6,5%	9,4%	7,9%	2,9%	5,8%	3,6%	10,8%	18,0%	CG
140	6	14,3%	20,7%	7,1%	9,3%	7,9%	2,9%	5,7%	3,6%	10,7%	17,9%	CG
141	7	14,2%	20,6%	7,1%	9,9%	7,8%	2,8%	5,7%	3,5%	10,6%	17,7%	CG
142	7	14,1%	20,4%	7,0%	10,6%	7,7%	2,8%	5,6%	3,5%	10,6%	17,6%	CG
143	5	14,0%	21,0%	7,0%	10,5%	7,7%	2,8%	5,6%	3,5%	10,5%	17,5%	CG
144	10	13,9%	20,8%	6,9%	10,4%	7,6%	2,8%	6,3%	3,5%	10,4%	17,4%	CG
145	8	13,8%	20,7%	6,9%	10,3%	8,3%	2,8%	6,2%	3,4%	10,3%	17,2%	CG
146	12	13,7%	20,5%	6,8%	10,3%	8,2%	2,7%	6,2%	3,4%	11,0%	17,1%	CG
147	6	13,6%	20,4%	7,5%	10,2%	8,2%	2,7%	6,1%	3,4%	10,9%	17,0%	CG
148	5	13,5%	20,9%	7,4%	10,1%	8,1%	2,7%	6,1%	3,4%	10,8%	16,9%	CG
149	8	13,4%	20,8%	7,4%	10,1%	8,7%	2,7%	6,0%	3,4%	10,7%	16,8%	CG
150	5	13,3%	21,3%	7,3%	10,0%	8,7%	2,7%	6,0%	3,3%	10,7%	16,7%	CG
151	4	13,9%	21,2%	7,3%	9,9%	8,6%	2,6%	6,0%	3,3%	10,6%	16,6%	CG
152	10	13,8%	21,1%	7,2%	9,9%	8,6%	2,6%	6,6%	3,3%	10,5%	16,4%	CG
153	7	13,7%	20,9%	7,2%	10,5%	8,5%	2,6%	6,5%	3,3%	10,5%	16,3%	CG
154	4	14,3%	20,8%	7,1%	10,4%	8,4%	2,6%	6,5%	3,2%	10,4%	16,2%	CG
155	6	14,2%	20,6%	7,7%	10,3%	8,4%	2,6%	6,5%	3,2%	10,3%	16,1%	CG
156	5	14,1%	21,2%	7,7%	10,3%	8,3%	2,6%	6,4%	3,2%	10,3%	16,0%	CG
157	4	14,6%	21,0%	7,6%	10,2%	8,3%	2,5%	6,4%	3,2%	10,2%	15,9%	CG
158	10	14,6%	20,9%	7,6%	10,1%	8,2%	2,5%	7,0%	3,2%	10,1%	15,8%	CG
159	5	14,5%	21,4%	7,5%	10,1%	8,2%	2,5%	6,9%	3,1%	10,1%	15,7%	CG
160	13	14,4%	21,3%	7,5%	10,0%	8,1%	2,5%	6,9%	3,1%	10,0%	16,3%	CG
161	4	14,9%	21,1%	7,5%	9,9%	8,1%	2,5%	6,8%	3,1%	9,9%	16,1%	CG
162	6	14,8%	21,0%	8,0%	9,9%	8,0%	2,5%	6,8%	3,1%	9,9%	16,0%	CG

Inter	FA	Índices de Navegação do Aluno – Formas de Apresentação ( $x_i$ )										ECA
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
163	5	14,7%	21,5%	8,0%	9,8%	8,0%	2,5%	6,7%	3,1%	9,8%	16,0%	CG
164	10	14,6%	21,3%	7,9%	9,8%	7,9%	2,4%	7,3%	3,0%	9,8%	15,9%	CG
165	12	14,5%	21,2%	7,9%	9,7%	7,9%	2,4%	7,3%	3,0%	10,3%	15,8%	CG
166	5	14,5%	21,7%	7,8%	9,6%	7,8%	2,4%	7,2%	3,0%	10,2%	15,7%	CG
167	7	14,4%	21,6%	7,8%	10,2%	7,8%	2,4%	7,2%	3,0%	10,2%	15,6%	CG
168	13	14,3%	21,4%	7,7%	10,1%	7,7%	2,4%	7,1%	3,0%	10,1%	16,1%	CG
169	5	14,2%	21,9%	7,7%	10,1%	7,7%	2,4%	7,1%	3,0%	10,1%	16,0%	CG
170	4	14,7%	21,8%	7,6%	10,0%	7,6%	2,4%	7,1%	2,9%	10,0%	15,9%	CG
171	13	14,6%	21,6%	7,6%	9,9%	7,6%	2,3%	7,0%	2,9%	9,9%	16,4%	CG
172	5	14,5%	22,1%	7,6%	9,9%	7,6%	2,3%	7,0%	2,9%	9,9%	16,3%	CG
173	5	14,5%	22,5%	7,5%	9,8%	7,5%	2,3%	6,9%	2,9%	9,8%	16,2%	CG
174	10	14,4%	22,4%	7,5%	9,8%	7,5%	2,3%	7,5%	2,9%	9,8%	16,1%	CG
175	12	14,3%	22,3%	7,4%	9,7%	7,4%	2,3%	7,4%	2,9%	10,3%	16,0%	CG
176	5	14,2%	22,7%	7,4%	9,7%	7,4%	2,3%	7,4%	2,8%	10,2%	15,9%	CG
177	9	14,1%	22,6%	7,3%	9,6%	7,3%	2,8%	7,3%	2,8%	10,2%	15,8%	CG
178	4	14,6%	22,5%	7,3%	9,6%	7,3%	2,8%	7,3%	2,8%	10,1%	15,7%	CG
179	5	14,5%	22,9%	7,3%	9,5%	7,3%	2,8%	7,3%	2,8%	10,1%	15,6%	CG
180	13	14,4%	22,8%	7,2%	9,4%	7,2%	2,8%	7,2%	2,8%	10,0%	16,1%	CG
181	8	14,4%	22,7%	7,2%	9,4%	7,7%	2,8%	7,2%	2,8%	9,9%	16,0%	CG
182	13	14,3%	22,5%	7,1%	9,3%	7,7%	2,7%	7,1%	2,7%	9,9%	16,5%	CG
183	4	14,8%	22,4%	7,1%	9,3%	7,7%	2,7%	7,1%	2,7%	9,8%	16,4%	CG
184	5	14,7%	22,8%	7,1%	9,2%	7,6%	2,7%	7,1%	2,7%	9,8%	16,3%	CG
185	5	14,6%	23,2%	7,0%	9,2%	7,6%	2,7%	7,0%	2,7%	9,7%	16,2%	CG
186	13	14,5%	23,1%	7,0%	9,1%	7,5%	2,7%	7,0%	2,7%	9,7%	16,7%	CG
187	4	15,0%	23,0%	7,0%	9,1%	7,5%	2,7%	7,0%	2,7%	9,6%	16,6%	CG
188	10	14,9%	22,9%	6,9%	9,0%	7,4%	2,7%	7,4%	2,7%	9,6%	16,5%	CG
189	13	14,8%	22,8%	6,9%	9,0%	7,4%	2,6%	7,4%	2,6%	9,5%	16,9%	CG
190	5	14,7%	23,2%	6,8%	8,9%	7,4%	2,6%	7,4%	2,6%	9,5%	16,8%	CG
191	5	14,7%	23,6%	6,8%	8,9%	7,3%	2,6%	7,3%	2,6%	9,4%	16,8%	CG
192	4	15,1%	23,4%	6,8%	8,9%	7,3%	2,6%	7,3%	2,6%	9,4%	16,7%	CG
193	7	15,0%	23,3%	6,7%	9,3%	7,3%	2,6%	7,3%	2,6%	9,3%	16,6%	CG
194	5	14,9%	23,7%	6,7%	9,3%	7,2%	2,6%	7,2%	2,6%	9,3%	16,5%	CG
195	7	14,9%	23,6%	6,7%	9,7%	7,2%	2,6%	7,2%	2,6%	9,2%	16,4%	CG
196	8	14,8%	23,5%	6,6%	9,7%	7,7%	2,6%	7,1%	2,6%	9,2%	16,3%	CG
197	9	14,7%	23,4%	6,6%	9,6%	7,6%	3,0%	7,1%	2,5%	9,1%	16,2%	CG
198	6	14,6%	23,2%	7,1%	9,6%	7,6%	3,0%	7,1%	2,5%	9,1%	16,2%	CG
199	13	14,6%	23,1%	7,0%	9,5%	7,5%	3,0%	7,0%	2,5%	9,0%	16,6%	CG
200	12	14,5%	23,0%	7,0%	9,5%	7,5%	3,0%	7,0%	2,5%	9,5%	16,5%	CG
201	4	14,9%	22,9%	7,0%	9,5%	7,5%	3,0%	7,0%	2,5%	9,5%	16,4%	CG
202	13	14,9%	22,8%	6,9%	9,4%	7,4%	3,0%	6,9%	2,5%	9,4%	16,8%	CG
203	4	15,3%	22,7%	6,9%	9,4%	7,4%	3,0%	6,9%	2,5%	9,4%	16,7%	CG
204	7	15,2%	22,5%	6,9%	9,8%	7,4%	2,9%	6,9%	2,5%	9,3%	16,7%	CG
205	12	15,1%	22,4%	6,8%	9,8%	7,3%	2,9%	6,8%	2,4%	9,8%	16,6%	CG
206	5	15,0%	22,8%	6,8%	9,7%	7,3%	2,9%	6,8%	2,4%	9,7%	16,5%	CG
207	8	15,0%	22,7%	6,8%	9,7%	7,7%	2,9%	6,8%	2,4%	9,7%	16,4%	CG
208	4	15,4%	22,6%	6,7%	9,6%	7,7%	2,9%	6,7%	2,4%	9,6%	16,3%	CG
209	5	15,3%	23,0%	6,7%	9,6%	7,7%	2,9%	6,7%	2,4%	9,6%	16,3%	CG
210	5	15,2%	23,3%	6,7%	9,5%	7,6%	2,9%	6,7%	2,4%	9,5%	16,2%	CG
211	11	15,2%	23,2%	6,6%	9,5%	7,6%	2,8%	6,6%	2,8%	9,5%	16,1%	CG
212	4	15,6%	23,1%	6,6%	9,4%	7,5%	2,8%	6,6%	2,8%	9,4%	16,0%	CG
213	13	15,5%	23,0%	6,6%	9,4%	7,5%	2,8%	6,6%	2,8%	9,4%	16,4%	CG
214	13	15,4%	22,9%	6,5%	9,3%	7,5%	2,8%	6,5%	2,8%	9,3%	16,8%	CG
215	13	15,3%	22,8%	6,5%	9,3%	7,4%	2,8%	6,5%	2,8%	9,3%	17,2%	CG
216	10	15,3%	22,7%	6,5%	9,3%	7,4%	2,8%	6,9%	2,8%	9,3%	17,1%	CG
217	5	15,2%	23,0%	6,5%	9,2%	7,4%	2,8%	6,9%	2,8%	9,2%	17,1%	CG

Inter	FA	Índices de Navegação do Aluno – Formas de Apresentação ( $x_i$ )										ECA
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
218	4	15,6%	22,9%	6,4%	9,2%	7,3%	2,8%	6,9%	2,8%	9,2%	17,0%	CG
219	13	15,5%	22,8%	6,4%	9,1%	7,3%	2,7%	6,8%	2,7%	9,1%	17,4%	CG
220	12	15,5%	22,7%	6,4%	9,1%	7,3%	2,7%	6,8%	2,7%	9,5%	17,3%	CG
221	5	15,4%	23,1%	6,3%	9,0%	7,2%	2,7%	6,8%	2,7%	9,5%	17,2%	CG
222	11	15,3%	23,0%	6,3%	9,0%	7,2%	2,7%	6,8%	3,2%	9,5%	17,1%	CG
223	12	15,2%	22,9%	6,3%	9,0%	7,2%	2,7%	6,7%	3,1%	9,9%	17,0%	CG
224	5	15,2%	23,2%	6,3%	8,9%	7,1%	2,7%	6,7%	3,1%	9,8%	17,0%	CG
225	13	15,1%	23,1%	6,2%	8,9%	7,1%	2,7%	6,7%	3,1%	9,8%	17,3%	CG
226	8	15,0%	23,0%	6,2%	8,8%	7,5%	2,7%	6,6%	3,1%	9,7%	17,3%	CG
227	12	15,0%	22,9%	6,2%	8,8%	7,5%	2,6%	6,6%	3,1%	10,1%	17,2%	CG
228	13	14,9%	22,8%	6,1%	8,8%	7,5%	2,6%	6,6%	3,1%	10,1%	17,5%	CG
229	12	14,8%	22,7%	6,1%	8,7%	7,4%	2,6%	6,6%	3,1%	10,5%	17,5%	CG
230	13	14,8%	22,6%	6,1%	8,7%	7,4%	2,6%	6,5%	3,0%	10,4%	17,8%	CG
231	11	14,7%	22,5%	6,1%	8,7%	7,4%	2,6%	6,5%	3,5%	10,4%	17,7%	CG
232	7	14,7%	22,4%	6,0%	9,1%	7,3%	2,6%	6,5%	3,4%	10,3%	17,7%	CG
233	5	14,6%	22,7%	6,0%	9,0%	7,3%	2,6%	6,4%	3,4%	10,3%	17,6%	CG
234	13	14,5%	22,6%	6,0%	9,0%	7,3%	2,6%	6,4%	3,4%	10,3%	17,9%	CG
235	5	14,5%	23,0%	6,0%	8,9%	7,2%	2,6%	6,4%	3,4%	10,2%	17,9%	CG
236	7	14,4%	22,9%	5,9%	9,3%	7,2%	2,5%	6,4%	3,4%	10,2%	17,8%	CG
237	7	14,3%	22,8%	5,9%	9,7%	7,2%	2,5%	6,3%	3,4%	10,1%	17,7%	CG
238	12	14,3%	22,7%	5,9%	9,7%	7,1%	2,5%	6,3%	3,4%	10,5%	17,6%	CG
239	13	14,2%	22,6%	5,9%	9,6%	7,1%	2,5%	6,3%	3,3%	10,5%	18,0%	CG
240	12	14,2%	22,5%	5,8%	9,6%	7,1%	2,5%	6,3%	3,3%	10,8%	17,9%	CG

APÊNDICE K – Resultados do Cálculo da Distância Euclidiana – Trajetória de Aprendizagem Mista CG – Recursos Didáticos

Resultados do Cálculo da Distância Euclidiana – Recursos Didáticos						
Interação	AA	CG	DA	ASA	RS	Classificação
0	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	–
1	0,2152	0,2228	0,1974	0,1709	0,1937	ASA
2	0,1683	0,2839	0,1478	0,1365	0,2635	ASA
3	0,2119	0,2579	0,1807	0,1347	0,2148	ASA
4	0,2160	0,2441	0,1888	0,1478	0,2032	ASA
5	0,2469	0,2384	0,2029	0,1430	0,1688	ASA
6	0,2607	0,2863	0,1841	0,0784	0,1905	ASA
7	0,2105	0,3418	0,1009	0,0647	0,2821	ASA
8	0,2395	0,3086	0,1642	0,0571	0,2306	ASA
9	0,1883	0,3335	0,1096	0,0807	0,2879	ASA
10	0,1164	0,3187	0,0882	0,1594	0,3172	DA
11	0,1791	0,3233	0,1181	0,0946	0,2848	ASA
12	0,2078	0,3093	0,1480	0,0801	0,2547	ASA
13	0,1749	0,3161	0,1239	0,1035	0,2816	ASA
14	0,1395	0,3098	0,1123	0,1405	0,2979	DA
15	0,1136	0,2963	0,1158	0,1711	0,3033	AA
16	0,1013	0,2807	0,1257	0,1913	0,3010	AA
17	0,1229	0,2966	0,1190	0,1630	0,2984	DA
18	0,1097	0,2845	0,1252	0,1821	0,2985	AA
19	0,0770	0,3020	0,0968	0,1992	0,3250	AA
20	0,0690	0,2835	0,1151	0,2143	0,3180	AA
21	0,0737	0,2674	0,1288	0,2216	0,3084	AA
22	0,0823	0,2547	0,1388	0,2251	0,2991	AA
23	0,0797	0,2751	0,1246	0,2116	0,3089	AA
24	0,0401	0,2806	0,1130	0,2375	0,3288	AA
25	0,0529	0,2642	0,1271	0,2392	0,3166	AA
26	0,0534	0,2887	0,1070	0,2233	0,3275	AA
27	0,0156	0,2887	0,0981	0,2545	0,3430	AA
28	0,0192	0,2733	0,1169	0,2571	0,3336	AA
29	0,0400	0,2577	0,1286	0,2537	0,3199	AA
30	0,0403	0,2384	0,1317	0,2735	0,3161	AA
31	0,0517	0,2313	0,1400	0,2688	0,3082	AA
32	0,0637	0,2255	0,1462	0,2640	0,3007	AA
33	0,0375	0,2485	0,1314	0,2640	0,3186	AA
34	0,0529	0,2247	0,1364	0,2780	0,3080	AA
35	0,0581	0,2212	0,1430	0,2741	0,3036	AA
36	0,0342	0,2449	0,1263	0,2738	0,3208	AA
37	0,0426	0,2380	0,1345	0,2705	0,3143	AA
38	0,0534	0,2320	0,1408	0,2665	0,3073	AA
39	0,0653	0,2121	0,1459	0,2779	0,2988	AA
40	0,0470	0,2317	0,1309	0,2776	0,3128	AA
41	0,0777	0,2025	0,1403	0,2855	0,2940	AA
42	0,0728	0,2037	0,1448	0,2836	0,2952	AA
43	0,0722	0,2041	0,1488	0,2806	0,2943	AA
44	0,0745	0,2041	0,1521	0,2771	0,2922	AA
45	0,0912	0,1837	0,1592	0,2847	0,2812	AA
46	0,0908	0,1862	0,1609	0,2811	0,2809	AA
47	0,0784	0,1972	0,1514	0,2828	0,2902	AA
48	0,0989	0,1750	0,1599	0,2893	0,2769	AA
49	0,0956	0,1787	0,1612	0,2863	0,2783	AA
50	0,0944	0,1817	0,1624	0,2830	0,2786	AA
51	0,0946	0,1840	0,1636	0,2797	0,2781	AA
52	0,0835	0,1927	0,1559	0,2816	0,2863	AA
53	0,0845	0,1939	0,1578	0,2785	0,2852	AA

<b>Resultados do Cálculo da Distância Euclidiana – Recursos Didáticos</b>						
<b>Interação</b>	<b>AA</b>	<b>CG</b>	<b>DA</b>	<b>ASA</b>	<b>RS</b>	<b>Classificação</b>
54	0,0725	0,2041	0,1495	0,2800	0,2939	AA
55	0,0603	0,2168	0,1394	0,2802	0,3033	AA
56	0,0500	0,2317	0,1271	0,2786	0,3126	AA
57	0,0487	0,2296	0,1326	0,2777	0,3113	AA
58	0,0692	0,2098	0,1385	0,2835	0,2990	AA
59	0,0911	0,1883	0,1470	0,2887	0,2849	AA
60	0,0859	0,1906	0,1492	0,2874	0,2870	AA
61	0,1055	0,1704	0,1579	0,2922	0,2740	AA
62	0,1002	0,1741	0,1587	0,2904	0,2766	AA
63	0,0956	0,1829	0,1501	0,2898	0,2816	AA
64	0,1155	0,1624	0,1598	0,2943	0,2681	AA
65	0,1087	0,1666	0,1601	0,2929	0,2717	AA
66	0,1063	0,1750	0,1517	0,2917	0,2753	AA
67	0,0996	0,1782	0,1528	0,2908	0,2787	AA
68	0,0946	0,1810	0,1540	0,2894	0,2809	AA
69	0,0912	0,1834	0,1553	0,2877	0,2823	AA
70	0,0856	0,1918	0,1475	0,2875	0,2876	AA
71	0,0824	0,1933	0,1494	0,2861	0,2887	AA
72	0,0982	0,1770	0,1561	0,2903	0,2784	AA
73	0,1141	0,1604	0,1637	0,2941	0,2678	AA
74	0,1296	0,1437	0,1719	0,2977	0,2571	AA
75	0,1289	0,1491	0,1660	0,2971	0,2589	AA
76	0,1220	0,1537	0,1654	0,2960	0,2630	AA
77	0,1163	0,1578	0,1652	0,2946	0,2662	AA
78	0,1308	0,1421	0,1730	0,2980	0,2561	AA
79	0,1448	0,1268	0,1810	0,3011	0,2463	CG
80	0,1386	0,1324	0,1795	0,2994	0,2502	CG
81	0,1381	0,1357	0,1750	0,2996	0,2515	CG
82	0,1518	0,1204	0,1833	0,3027	0,2417	CG
83	0,1451	0,1262	0,1815	0,3012	0,2460	CG
84	0,1577	0,1121	0,1891	0,3039	0,2371	CG
85	0,1588	0,1142	0,1858	0,3041	0,2371	CG
86	0,1714	0,0996	0,1941	0,3070	0,2279	CG
87	0,1831	0,0857	0,2022	0,3096	0,2195	CG
88	0,1939	0,0727	0,2099	0,3120	0,2116	CG
89	0,2038	0,0607	0,2170	0,3139	0,2045	CG
90	0,2079	0,0592	0,2164	0,3149	0,2017	CG
91	0,2120	0,0603	0,2152	0,3145	0,1980	CG
92	0,2033	0,0675	0,2111	0,3133	0,2048	CG
93	0,2133	0,0542	0,2190	0,3158	0,1976	CG
94	0,2051	0,0620	0,2149	0,3143	0,2037	CG
95	0,2090	0,0628	0,2137	0,3141	0,2004	CG
96	0,2129	0,0661	0,2119	0,3126	0,1964	CG
97	0,2228	0,0521	0,2204	0,3156	0,1892	CG
98	0,2319	0,0387	0,2282	0,3184	0,1828	CG
99	0,2403	0,0259	0,2355	0,3209	0,1773	CG
100	0,2479	0,0140	0,2422	0,3232	0,1727	CG
101	0,2519	0,0190	0,2415	0,3213	0,1663	CG
102	0,2444	0,0232	0,2375	0,3212	0,1737	CG
103	0,2481	0,0298	0,2362	0,3186	0,1672	CG
104	0,2550	0,0190	0,2428	0,3207	0,1625	CG
105	0,2579	0,0299	0,2408	0,3166	0,1549	CG
106	0,2515	0,0293	0,2378	0,3181	0,1633	CG

<b>Resultados do Cálculo da Distância Euclidiana – Recursos Didáticos</b>						
<b>Interação</b>	<b>AA</b>	<b>CG</b>	<b>DA</b>	<b>ASA</b>	<b>RS</b>	<b>Classificação</b>
107	0,2444	0,0315	0,2343	0,3187	0,1711	CG
108	0,2369	0,0358	0,2305	0,3186	0,1782	CG
109	0,2294	0,0413	0,2266	0,3180	0,1848	CG
110	0,2219	0,0474	0,2228	0,3170	0,1909	CG
111	0,2256	0,0501	0,2217	0,3158	0,1868	CG
112	0,2292	0,0553	0,2201	0,3135	0,1820	CG
113	0,2327	0,0623	0,2182	0,3101	0,1767	CG
114	0,2362	0,0709	0,2159	0,3059	0,1711	CG
115	0,2399	0,0805	0,2136	0,3009	0,1652	CG
116	0,2436	0,0908	0,2111	0,2953	0,1592	CG
117	0,2506	0,0799	0,2192	0,2987	0,1516	CG
118	0,2436	0,0792	0,2158	0,3006	0,1608	CG
119	0,2471	0,0895	0,2135	0,2950	0,1548	CG
120	0,2399	0,0890	0,2101	0,2970	0,1639	CG
121	0,2326	0,0893	0,2067	0,2987	0,1727	CG
122	0,2362	0,0988	0,2043	0,2933	0,1674	CG
123	0,2436	0,0877	0,2124	0,2968	0,1596	CG
124	0,2502	0,0774	0,2199	0,2999	0,1526	CG
125	0,2562	0,0682	0,2267	0,3025	0,1463	CG
126	0,2501	0,0670	0,2237	0,3044	0,1548	CG
127	0,2437	0,0667	0,2207	0,3059	0,1629	CG
128	0,2372	0,0674	0,2177	0,3071	0,1706	CG
129	0,2305	0,0689	0,2146	0,3080	0,1779	CG
130	0,2238	0,0711	0,2116	0,3086	0,1848	CG
131	0,2171	0,0740	0,2087	0,3089	0,1913	CG
132	0,2202	0,0800	0,2066	0,3059	0,1873	CG
133	0,2234	0,0869	0,2044	0,3021	0,1832	CG
134	0,2267	0,0945	0,2021	0,2978	0,1788	CG
135	0,2338	0,0839	0,2095	0,3009	0,1718	CG
136	0,2405	0,0739	0,2165	0,3036	0,1654	CG
137	0,2467	0,0646	0,2230	0,3061	0,1596	CG
138	0,2523	0,0561	0,2289	0,3083	0,1544	CG
139	0,2573	0,0485	0,2342	0,3101	0,1498	CG
140	0,2522	0,0475	0,2319	0,3116	0,1568	CG
141	0,2547	0,0561	0,2302	0,3078	0,1512	CG
142	0,2573	0,0650	0,2285	0,3036	0,1455	CG
143	0,2520	0,0638	0,2260	0,3053	0,1529	CG
144	0,2547	0,0725	0,2242	0,3010	0,1475	CG
145	0,2575	0,0816	0,2225	0,2964	0,1420	CG
146	0,2621	0,0743	0,2281	0,2987	0,1367	CG
147	0,2571	0,0724	0,2256	0,3006	0,1443	CG
148	0,2518	0,0711	0,2231	0,3023	0,1517	CG
149	0,2545	0,0797	0,2214	0,2979	0,1464	CG
150	0,2491	0,0787	0,2188	0,2996	0,1538	CG
151	0,2436	0,0782	0,2162	0,3010	0,1609	CG
152	0,2464	0,0862	0,2144	0,2968	0,1562	CG
153	0,2492	0,0945	0,2126	0,2922	0,1515	CG
154	0,2436	0,0938	0,2099	0,2939	0,1588	CG
155	0,2379	0,0936	0,2072	0,2954	0,1659	CG
156	0,2321	0,0938	0,2046	0,2968	0,1728	CG
157	0,2263	0,0944	0,2020	0,2980	0,1793	CG
158	0,2291	0,1014	0,2000	0,2939	0,1755	CG
159	0,2233	0,1020	0,1975	0,2953	0,1820	CG

<b>Resultados do Cálculo da Distância Euclidiana – Recursos Didáticos</b>						
<b>Interação</b>	<b>AA</b>	<b>CG</b>	<b>DA</b>	<b>ASA</b>	<b>RS</b>	<b>Classificação</b>
160	0,2295	0,0928	0,2040	0,2979	0,1758	CG
161	0,2238	0,0936	0,2015	0,2990	0,1820	CG
162	0,2182	0,0948	0,1991	0,3000	0,1880	CG
163	0,2125	0,0963	0,1968	0,3008	0,1937	CG
164	0,2152	0,1021	0,1947	0,2974	0,1906	CG
165	0,2215	0,0929	0,2011	0,2999	0,1846	CG
166	0,2160	0,0943	0,1987	0,3008	0,1903	CG
167	0,2187	0,1001	0,1968	0,2974	0,1871	CG
168	0,2248	0,0912	0,2029	0,2999	0,1812	CG
169	0,2194	0,0924	0,2006	0,3007	0,1869	CG
170	0,2140	0,0938	0,1984	0,3015	0,1924	CG
171	0,2201	0,0851	0,2042	0,3037	0,1869	CG
172	0,2148	0,0868	0,2020	0,3043	0,1921	CG
173	0,2096	0,0888	0,1998	0,3047	0,1971	CG
174	0,2120	0,0935	0,1980	0,3021	0,1943	CG
175	0,2180	0,0850	0,2037	0,3043	0,1890	CG
176	0,2129	0,0867	0,2016	0,3048	0,1940	CG
177	0,2153	0,0916	0,1998	0,3021	0,1912	CG
178	0,2102	0,0933	0,1977	0,3027	0,1962	CG
179	0,2051	0,0951	0,1957	0,3031	0,2009	CG
180	0,2111	0,0868	0,2012	0,3052	0,1958	CG
181	0,2134	0,0913	0,1994	0,3027	0,1931	CG
182	0,2192	0,0831	0,2048	0,3048	0,1881	CG
183	0,2143	0,0849	0,2028	0,3052	0,1929	CG
184	0,2094	0,0868	0,2008	0,3056	0,1974	CG
185	0,2046	0,0890	0,1988	0,3058	0,2018	CG
186	0,2103	0,0810	0,2039	0,3077	0,1971	CG
187	0,2057	0,0834	0,2019	0,3078	0,2013	CG
188	0,2077	0,0869	0,2004	0,3059	0,1990	CG
189	0,2133	0,0791	0,2054	0,3078	0,1944	CG
190	0,2087	0,0813	0,2034	0,3079	0,1986	CG
191	0,2042	0,0837	0,2016	0,3079	0,2026	CG
192	0,1997	0,0862	0,1998	0,3079	0,2064	CG
193	0,2016	0,0893	0,1982	0,3063	0,2045	CG
194	0,1971	0,0916	0,1965	0,3064	0,2084	CG
195	0,1991	0,0949	0,1949	0,3047	0,2065	CG
196	0,2011	0,0986	0,1932	0,3026	0,2045	CG
197	0,2032	0,1027	0,1914	0,3004	0,2024	CG
198	0,1985	0,1043	0,1897	0,3008	0,2066	CG
199	0,2042	0,0966	0,1948	0,3027	0,2017	CG
200	0,2097	0,0891	0,1997	0,3046	0,1970	CG
201	0,2052	0,0909	0,1979	0,3049	0,2011	CG
202	0,2105	0,0835	0,2026	0,3066	0,1967	CG
203	0,2062	0,0856	0,2009	0,3068	0,2006	CG
204	0,2081	0,0891	0,1994	0,3049	0,1985	CG
205	0,2133	0,0818	0,2041	0,3067	0,1941	CG
206	0,2090	0,0837	0,2023	0,3069	0,1981	CG
207	0,2110	0,0873	0,2008	0,3050	0,1959	CG
208	0,2067	0,0891	0,1991	0,3053	0,1999	CG
209	0,2024	0,0910	0,1974	0,3055	0,2037	CG
210	0,1982	0,0931	0,1958	0,3056	0,2073	CG
211	0,2000	0,0963	0,1943	0,3039	0,2055	CG
212	0,1959	0,0982	0,1927	0,3041	0,2092	CG

<b>Resultados do Cálculo da Distância Euclidiana – Recursos Didáticos</b>						
<b>Interação</b>	<b>AA</b>	<b>CG</b>	<b>DA</b>	<b>ASA</b>	<b>RS</b>	<b>Classificação</b>
213	0,2011	0,0911	0,1972	0,3057	0,2049	CG
214	0,2062	0,0842	0,2016	0,3073	0,2007	CG
215	0,2111	0,0774	0,2058	0,3089	0,1968	CG
216	0,2129	0,0806	0,2046	0,3073	0,1946	CG
217	0,2089	0,0825	0,2029	0,3074	0,1984	CG
218	0,2048	0,0845	0,2012	0,3075	0,2019	CG
219	0,2097	0,0778	0,2054	0,3090	0,1981	CG
220	0,2143	0,0713	0,2095	0,3105	0,1944	CG
221	0,2105	0,0735	0,2078	0,3105	0,1978	CG
222	0,2122	0,0762	0,2067	0,3091	0,1958	CG
223	0,2168	0,0697	0,2107	0,3106	0,1922	CG
224	0,2129	0,0718	0,2090	0,3106	0,1957	CG
225	0,2174	0,0655	0,2128	0,3120	0,1922	CG
226	0,2191	0,0682	0,2118	0,3107	0,1901	CG
227	0,2234	0,0620	0,2157	0,3121	0,1867	CG
228	0,2276	0,0559	0,2194	0,3135	0,1835	CG
229	0,2316	0,0500	0,2230	0,3149	0,1805	CG
230	0,2354	0,0442	0,2265	0,3162	0,1777	CG
231	0,2371	0,0473	0,2257	0,3148	0,1751	CG
232	0,2388	0,0510	0,2248	0,3131	0,1723	CG
233	0,2352	0,0522	0,2232	0,3134	0,1760	CG
234	0,2390	0,0465	0,2267	0,3147	0,1732	CG
235	0,2355	0,0480	0,2250	0,3148	0,1767	CG
236	0,2371	0,0514	0,2241	0,3133	0,1741	CG
237	0,2388	0,0552	0,2232	0,3116	0,1713	CG
238	0,2423	0,0497	0,2266	0,3128	0,1684	CG
239	0,2457	0,0445	0,2300	0,3140	0,1657	CG
240	0,2490	0,0396	0,2331	0,3151	0,1632	CG

APÊNDICE L – Resultados do Cálculo da Distância Euclidiana – Trajetória de Aprendizagem Direcionada ao ECA CG – Formas de Apresentação

Resultados do Cálculo da Distância Euclidiana – Formas de Apresentação						
Interação	AA	CG	DA	ASA	RS	Classificação
0	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	–
1	0,1999	0,1981	0,2034	0,2096	0,1891	RS
2	0,1783	0,1904	0,2113	0,2107	0,2093	AA
3	0,1895	0,1918	0,2028	0,2053	0,2106	AA
4	0,1879	0,2120	0,2024	0,1757	0,2220	ASA
5	0,1931	0,2031	0,1980	0,1913	0,2145	ASA
6	0,1896	0,2105	0,1939	0,1988	0,2071	AA
7	0,1635	0,2040	0,2026	0,1961	0,2339	AA
8	0,1701	0,2215	0,2017	0,1696	0,2371	ASA
9	0,1532	0,2149	0,2085	0,1715	0,2520	AA
10	0,1320	0,2304	0,1889	0,1730	0,2758	AA
11	0,1610	0,2247	0,1804	0,1713	0,2626	AA
12	0,1638	0,2186	0,1860	0,1875	0,2442	AA
13	0,1630	0,2276	0,1612	0,1974	0,2508	DA
14	0,1639	0,2302	0,1618	0,2035	0,2406	DA
15	0,1423	0,2252	0,1720	0,2019	0,2586	AA
16	0,1465	0,2312	0,1505	0,2115	0,2603	AA
17	0,1664	0,2262	0,1515	0,2050	0,2510	DA
18	0,1507	0,2213	0,1614	0,2033	0,2632	AA
19	0,1523	0,2112	0,1639	0,2093	0,2634	AA
20	0,1593	0,2168	0,1440	0,2181	0,2619	DA
21	0,1613	0,2197	0,1476	0,2204	0,2510	DA
22	0,1447	0,2148	0,1588	0,2180	0,2637	AA
23	0,1623	0,2126	0,1586	0,2114	0,2550	DA
24	0,1645	0,2083	0,1537	0,2199	0,2535	DA
25	0,1519	0,2044	0,1632	0,2176	0,2629	AA
26	0,1520	0,2022	0,1668	0,2246	0,2544	AA
27	0,1575	0,1886	0,1727	0,2322	0,2490	AA
28	0,1451	0,1859	0,1812	0,2287	0,2590	AA
29	0,1477	0,1906	0,1667	0,2350	0,2600	AA
30	0,1564	0,1738	0,1749	0,2425	0,2524	AA
31	0,1442	0,1724	0,1837	0,2379	0,2619	AA
32	0,1360	0,1724	0,1910	0,2331	0,2675	AA
33	0,1505	0,1754	0,1862	0,2265	0,2613	AA
34	0,1528	0,1700	0,1840	0,2334	0,2598	AA
35	0,1458	0,1702	0,1900	0,2296	0,2644	AA
36	0,1468	0,1730	0,1859	0,2276	0,2666	AA
37	0,1481	0,1765	0,1743	0,2330	0,2682	AA
38	0,1417	0,1762	0,1815	0,2291	0,2715	AA
39	0,1478	0,1623	0,1882	0,2341	0,2675	AA
40	0,1399	0,1705	0,1860	0,2250	0,2786	AA
41	0,1501	0,1541	0,1948	0,2295	0,2715	AA
42	0,1522	0,1587	0,1819	0,2350	0,2721	AA
43	0,1436	0,1599	0,1889	0,2310	0,2767	AA
44	0,1376	0,1617	0,1946	0,2271	0,2790	AA
45	0,1471	0,1474	0,2022	0,2309	0,2725	AA
46	0,1490	0,1516	0,1918	0,2351	0,2725	AA
47	0,1587	0,1554	0,1873	0,2301	0,2684	CG
48	0,1684	0,1425	0,1950	0,2334	0,2606	CG
49	0,1608	0,1450	0,1991	0,2300	0,2650	CG
50	0,1549	0,1479	0,2025	0,2268	0,2679	CG
51	0,1564	0,1511	0,1944	0,2302	0,2679	CG
52	0,1544	0,1474	0,1964	0,2365	0,2653	CG
53	0,1492	0,1499	0,1999	0,2330	0,2680	AA

<b>Resultados do Cálculo da Distância Euclidiana – Formas de Apresentação</b>						
<b>Interação</b>	<b>AA</b>	<b>CG</b>	<b>DA</b>	<b>ASA</b>	<b>RS</b>	<b>Classificação</b>
54	0,1480	0,1474	0,2018	0,2382	0,2645	CG
55	0,1419	0,1523	0,2014	0,2320	0,2725	AA
56	0,1436	0,1546	0,1985	0,2297	0,2735	AA
57	0,1404	0,1577	0,1968	0,2327	0,2724	AA
58	0,1499	0,1453	0,2038	0,2357	0,2653	CG
59	0,1513	0,1380	0,2027	0,2427	0,2653	CG
60	0,1532	0,1422	0,1930	0,2464	0,2652	CG
61	0,1638	0,1289	0,2009	0,2494	0,2570	CG
62	0,1660	0,1347	0,1911	0,2522	0,2560	CG
63	0,1659	0,1326	0,1936	0,2576	0,2503	CG
64	0,1686	0,1258	0,1924	0,2641	0,2491	CG
65	0,1598	0,1275	0,1966	0,2601	0,2560	CG
66	0,1550	0,1331	0,1950	0,2540	0,2630	CG
67	0,1578	0,1392	0,1849	0,2564	0,2616	CG
68	0,1494	0,1403	0,1900	0,2528	0,2675	CG
69	0,1424	0,1421	0,1944	0,2491	0,2720	CG
70	0,1398	0,1421	0,1923	0,2521	0,2738	AA
71	0,1432	0,1474	0,1831	0,2542	0,2721	AA
72	0,1527	0,1349	0,1902	0,2571	0,2650	CG
73	0,1629	0,1225	0,1977	0,2597	0,2572	CG
74	0,1733	0,1109	0,2051	0,2619	0,2488	CG
75	0,1787	0,1146	0,2008	0,2581	0,2478	CG
76	0,1707	0,1168	0,2039	0,2547	0,2539	CG
77	0,1724	0,1229	0,1957	0,2563	0,2526	CG
78	0,1812	0,1132	0,2025	0,2581	0,2449	CG
79	0,1838	0,1060	0,2019	0,2640	0,2443	CG
80	0,1761	0,1083	0,2047	0,2606	0,2503	CG
81	0,1762	0,1080	0,2032	0,2626	0,2499	CG
82	0,1789	0,1021	0,2026	0,2677	0,2487	CG
83	0,1715	0,1052	0,2053	0,2639	0,2542	CG
84	0,1803	0,0950	0,2117	0,2658	0,2472	CG
85	0,1778	0,0976	0,2112	0,2613	0,2522	CG
86	0,1807	0,0925	0,2105	0,2658	0,2506	CG
87	0,1899	0,0820	0,2172	0,2677	0,2432	CG
88	0,1927	0,0785	0,2164	0,2713	0,2410	CG
89	0,2012	0,0691	0,2229	0,2729	0,2339	CG
90	0,2019	0,0703	0,2217	0,2741	0,2321	CG
91	0,2029	0,0630	0,2249	0,2807	0,2284	CG
92	0,1948	0,0665	0,2262	0,2769	0,2356	CG
93	0,2033	0,0571	0,2324	0,2785	0,2287	CG
94	0,1955	0,0620	0,2329	0,2745	0,2350	CG
95	0,1963	0,0562	0,2358	0,2801	0,2316	CG
96	0,1968	0,0534	0,2380	0,2844	0,2273	CG
97	0,1996	0,0499	0,2373	0,2876	0,2256	CG
98	0,2081	0,0389	0,2434	0,2897	0,2199	CG
99	0,2100	0,0388	0,2419	0,2915	0,2177	CG
100	0,2179	0,0289	0,2477	0,2933	0,2122	CG
101	0,2182	0,0283	0,2492	0,2966	0,2077	CG
102	0,2181	0,0340	0,2430	0,2982	0,2067	CG
103	0,2176	0,0379	0,2434	0,2997	0,2014	CG
104	0,2186	0,0404	0,2415	0,3002	0,1993	CG
105	0,2188	0,0448	0,2399	0,3001	0,1964	CG
106	0,2187	0,0507	0,2336	0,3014	0,1956	CG

<b>Resultados do Cálculo da Distância Euclidiana – Formas de Apresentação</b>						
<b>Interação</b>	<b>AA</b>	<b>CG</b>	<b>DA</b>	<b>ASA</b>	<b>RS</b>	<b>Classificação</b>
107	0,2180	0,0512	0,2332	0,3045	0,1931	CG
108	0,2167	0,0550	0,2319	0,3061	0,1902	CG
109	0,2166	0,0620	0,2252	0,3068	0,1894	CG
110	0,2103	0,0594	0,2270	0,3051	0,1982	CG
111	0,2128	0,0624	0,2238	0,3027	0,1983	CG
112	0,2150	0,0644	0,2221	0,3021	0,1964	CG
113	0,2147	0,0656	0,2218	0,3000	0,1980	CG
114	0,2144	0,0684	0,2229	0,3015	0,1928	CG
115	0,2136	0,0719	0,2222	0,2982	0,1941	CG
116	0,2138	0,0775	0,2202	0,2975	0,1911	CG
117	0,2209	0,0692	0,2264	0,2990	0,1845	CG
118	0,2211	0,0751	0,2196	0,3002	0,1840	CG
119	0,2231	0,0793	0,2174	0,2985	0,1817	CG
120	0,2218	0,0838	0,2159	0,2998	0,1787	CG
121	0,2221	0,0898	0,2089	0,3007	0,1785	CG
122	0,2216	0,0946	0,2075	0,2968	0,1795	CG
123	0,2230	0,0944	0,2066	0,2980	0,1780	CG
124	0,2293	0,0876	0,2130	0,2991	0,1710	CG
125	0,2351	0,0818	0,2191	0,2997	0,1643	CG
126	0,2293	0,0759	0,2213	0,2993	0,1742	CG
127	0,2234	0,0708	0,2235	0,2986	0,1837	CG
128	0,2172	0,0669	0,2256	0,2975	0,1928	CG
129	0,2156	0,0724	0,2239	0,2982	0,1899	CG
130	0,2138	0,0791	0,2219	0,2981	0,1870	CG
131	0,2142	0,0842	0,2156	0,2994	0,1867	CG
132	0,2133	0,0890	0,2144	0,2954	0,1878	CG
133	0,2123	0,0952	0,2130	0,2905	0,1891	CG
134	0,2123	0,0960	0,2147	0,2930	0,1840	CG
135	0,2189	0,0895	0,2205	0,2939	0,1772	CG
136	0,2249	0,0840	0,2259	0,2945	0,1707	CG
137	0,2305	0,0795	0,2309	0,2947	0,1645	CG
138	0,2317	0,0788	0,2299	0,2964	0,1633	CG
139	0,2325	0,0793	0,2286	0,2972	0,1623	CG
140	0,2309	0,0856	0,2268	0,2970	0,1597	CG
141	0,2308	0,0870	0,2281	0,2991	0,1550	CG
142	0,2305	0,0893	0,2292	0,3005	0,1506	CG
143	0,2253	0,0840	0,2309	0,3001	0,1597	CG
144	0,2276	0,0853	0,2284	0,2985	0,1603	CG
145	0,2269	0,0909	0,2274	0,2941	0,1608	CG
146	0,2277	0,0915	0,2261	0,2947	0,1599	CG
147	0,2261	0,0973	0,2245	0,2944	0,1578	CG
148	0,2209	0,0927	0,2262	0,2940	0,1662	CG
149	0,2200	0,0986	0,2251	0,2893	0,1670	CG
150	0,2146	0,0945	0,2269	0,2887	0,1753	CG
151	0,2153	0,0968	0,2218	0,2910	0,1751	CG
152	0,2177	0,0984	0,2192	0,2891	0,1756	CG
153	0,2175	0,1001	0,2203	0,2906	0,1714	CG
154	0,2182	0,1028	0,2151	0,2926	0,1713	CG
155	0,2168	0,1081	0,2137	0,2922	0,1693	CG
156	0,2114	0,1044	0,2154	0,2917	0,1771	CG
157	0,2120	0,1073	0,2102	0,2934	0,1771	CG
158	0,2144	0,1090	0,2075	0,2914	0,1777	CG
159	0,2090	0,1057	0,2093	0,2908	0,1852	CG

<b>Resultados do Cálculo da Distância Euclidiana – Formas de Apresentação</b>						
<b>Interação</b>	<b>AA</b>	<b>CG</b>	<b>DA</b>	<b>ASA</b>	<b>RS</b>	<b>Classificação</b>
160	0,2144	0,1000	0,2142	0,2918	0,1795	CG
161	0,2149	0,1032	0,2090	0,2933	0,1795	CG
162	0,2136	0,1085	0,2076	0,2928	0,1775	CG
163	0,2084	0,1052	0,2094	0,2922	0,1848	CG
164	0,2106	0,1072	0,2068	0,2900	0,1853	CG
165	0,2119	0,1068	0,2062	0,2911	0,1841	CG
166	0,2069	0,1038	0,2079	0,2904	0,1909	CG
167	0,2069	0,1049	0,2091	0,2919	0,1872	CG
168	0,2120	0,0994	0,2137	0,2929	0,1820	CG
169	0,2071	0,0966	0,2153	0,2922	0,1888	CG
170	0,2076	0,0994	0,2105	0,2938	0,1887	CG
171	0,2126	0,0940	0,2150	0,2947	0,1836	CG
172	0,2078	0,0913	0,2166	0,2940	0,1903	CG
173	0,2030	0,0890	0,2181	0,2931	0,1968	CG
174	0,2051	0,0913	0,2157	0,2909	0,1970	CG
175	0,2064	0,0909	0,2149	0,2920	0,1957	CG
176	0,2018	0,0890	0,2165	0,2911	0,2017	CG
177	0,2033	0,0911	0,2150	0,2901	0,2005	CG
178	0,2038	0,0937	0,2105	0,2916	0,2004	CG
179	0,1991	0,0920	0,2121	0,2906	0,2063	CG
180	0,2041	0,0861	0,2163	0,2917	0,2018	CG
181	0,2032	0,0899	0,2155	0,2886	0,2029	CG
182	0,2082	0,0843	0,2196	0,2896	0,1983	CG
183	0,2086	0,0873	0,2151	0,2909	0,1981	CG
184	0,2040	0,0853	0,2166	0,2900	0,2041	CG
185	0,1994	0,0839	0,2181	0,2889	0,2098	CG
186	0,2044	0,0783	0,2221	0,2899	0,2054	CG
187	0,2047	0,0814	0,2177	0,2910	0,2051	CG
188	0,2066	0,0838	0,2154	0,2890	0,2052	CG
189	0,2113	0,0787	0,2193	0,2899	0,2009	CG
190	0,2069	0,0771	0,2207	0,2889	0,2064	CG
191	0,2026	0,0760	0,2220	0,2877	0,2118	CG
192	0,2029	0,0792	0,2177	0,2888	0,2115	CG
193	0,2030	0,0791	0,2188	0,2907	0,2084	CG
194	0,1987	0,0782	0,2201	0,2895	0,2136	CG
195	0,1988	0,0787	0,2210	0,2911	0,2105	CG
196	0,1978	0,0819	0,2204	0,2882	0,2116	CG
197	0,1992	0,0841	0,2190	0,2872	0,2105	CG
198	0,1981	0,0882	0,2178	0,2873	0,2087	CG
199	0,2028	0,0830	0,2215	0,2882	0,2045	CG
200	0,2042	0,0817	0,2210	0,2898	0,2034	CG
201	0,2045	0,0845	0,2169	0,2909	0,2032	CG
202	0,2090	0,0797	0,2206	0,2917	0,1991	CG
203	0,2092	0,0829	0,2164	0,2925	0,1989	CG
204	0,2092	0,0836	0,2174	0,2940	0,1958	CG
205	0,2105	0,0826	0,2169	0,2953	0,1948	CG
206	0,2064	0,0808	0,2182	0,2944	0,2001	CG
207	0,2057	0,0841	0,2175	0,2917	0,2010	CG
208	0,2060	0,0873	0,2134	0,2925	0,2008	CG
209	0,2019	0,0857	0,2148	0,2917	0,2060	CG
210	0,1978	0,0845	0,2161	0,2907	0,2110	CG
211	0,1981	0,0857	0,2153	0,2912	0,2097	CG
212	0,1984	0,0890	0,2112	0,2920	0,2094	CG

<b>Resultados do Cálculo da Distância Euclidiana – Formas de Apresentação</b>						
<b>Interação</b>	<b>AA</b>	<b>CG</b>	<b>DA</b>	<b>ASA</b>	<b>RS</b>	<b>Classificação</b>
213	0,2028	0,0840	0,2148	0,2928	0,2055	CG
214	0,2071	0,0793	0,2184	0,2936	0,2016	CG
215	0,2113	0,0748	0,2219	0,2942	0,1977	CG
216	0,2129	0,0765	0,2199	0,2928	0,1979	CG
217	0,2091	0,0749	0,2212	0,2919	0,2029	CG
218	0,2092	0,0784	0,2172	0,2925	0,2026	CG
219	0,2132	0,0743	0,2206	0,2931	0,1989	CG
220	0,2144	0,0729	0,2202	0,2945	0,1980	CG
221	0,2107	0,0713	0,2214	0,2937	0,2029	CG
222	0,2110	0,0729	0,2206	0,2940	0,2015	CG
223	0,2121	0,0720	0,2202	0,2952	0,2005	CG
224	0,2084	0,0706	0,2213	0,2944	0,2053	CG
225	0,2124	0,0662	0,2246	0,2950	0,2018	CG
226	0,2117	0,0691	0,2240	0,2926	0,2026	CG
227	0,2128	0,0686	0,2235	0,2936	0,2016	CG
228	0,2166	0,0645	0,2266	0,2942	0,1981	CG
229	0,2174	0,0645	0,2260	0,2950	0,1971	CG
230	0,2210	0,0607	0,2290	0,2955	0,1937	CG
231	0,2212	0,0630	0,2282	0,2955	0,1922	CG
232	0,2213	0,0628	0,2291	0,2972	0,1895	CG
233	0,2180	0,0607	0,2302	0,2966	0,1945	CG
234	0,2215	0,0570	0,2331	0,2971	0,1912	CG
235	0,2183	0,0551	0,2342	0,2964	0,1960	CG
236	0,2184	0,0552	0,2350	0,2980	0,1934	CG
237	0,2183	0,0560	0,2356	0,2992	0,1908	CG
238	0,2191	0,0562	0,2349	0,2998	0,1899	CG
239	0,2226	0,0526	0,2377	0,3003	0,1868	CG
240	0,2231	0,0534	0,2368	0,3007	0,1859	CG

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)