Ivan Carlos Alcântara de Oliveira

AdaptMLearning: Uma Proposta de Sistema de Aprendizagem Adaptativo e Inteligente

Tese apresentada à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo para
obtenção do Título de Doutor em Engenharia.

Ivan Carlos Alcântara de Oliveira

AdaptMLearning: Uma Proposta de Sistema de Aprendizagem Adaptativo e Inteligente

Tese apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do Título de Doutor em Engenharia.

Área de concentração:
Sistemas Eletrônicos

Orientador:
Prof. Dr. José Roberto de Almeida Amazonas

Ficha Catalográfica

Oliveira, Ivan Carlos Alcântara de

AdaptMLearning: Uma Proposta de Sistema de Aprendizagem Adaptativo e Inteligente/ I.C.A. de Oliveira. – São Paulo, 2013.

417 p.

Tese (Doutorado) — Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Telecomunicações e Controle.

1. Aprendizagem (Sistemas) 2. Fuzzy (Inteligência artificial) 3. Performance 4. Tecnologia I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Telecomunicações e Controle II. t.

Dedico este trabalho a minha mãe, Marileide Alcântara de Oliveira, que me ouviu nos momentos difíceis, poupou-me tempo, elaborando minhas refeições. Assim, contribuindo, mesmo que indiretamente, na realização deste trabalho.

Agradecimentos

A Deus, por ter me sustentado ao longo da caminhada.

A minha mãe, Marileide Alcântara de Oliveira, que sempre me auxiliou em várias situações para que eu pudesse me dedicar à elaboração e conclusão deste trabalho.

Ao meu orientador e amigo Prof. Dr. José Roberto de Almeida Amazonas.

À Márcia Regina Ota pela dedicação na revisão deste trabalho.

À Romana Neta Rocha Oliveira, amiga sempre presente com seu zelo e presteza, contribuindo mesmo que de modo indireto na realização deste trabalho.

Aos amigos Geni Emília de Souza e Ricardo Lopes Pinto por serem especiais e estarem sempre presentes.

Aos funcionários da secretaria da pós-graduação da Faculdade de Engenharia Elétrica da Escola Politécnica da USP, sempre empenhados em me auxiliar nas várias situações acadêmicas durante o curso.

A todos os amigos que me apoiaram e ajudaram na realização deste trabalho. Em especial, a todos os colegas do Laboratório de Comunicações e Sinais (LCS) da Escola Politécnica da USP.

Resumo

Sistemas de Aprendizagem Adaptativos e Inteligentes, tema de pesquisa recente no mundo, são ambientes com arquitetura e algoritmos específicos, que consideram as características individuais de cada estudante para selecionar o objeto de aprendizagem mais adequado a ser oferecido ao aluno. O rápido desenvolvimento da infraestrutura sem fio e o amplo uso de dispositivos móveis na vida diária das pessoas motivam as pesquisas relativas ao uso desses dispositivos na educação, proporcionando o *m-learning*. Assim, relacionado a essas linhas de pesquisa, este trabalho propõe a arquitetura AdaptMLearning, elaborada para prover a aprendizagem em plataformas móveis e não móveis, considerando a seleção de objetos de aprendizagem que melhor se adaptam a diversos aspectos, tais como: dados sobre a tecnologia utilizada para acesso; informações sobre o estilo de aprendizagem de um estudante; desempenho e tempo associados à interação do estudante com o objeto de aprendizagem; conhecimentos adquiridos pelo estudante em consonância ao conteúdo do curso; e a garantia de que não só o professor possa configurar as adaptações a serem oferecidas ao seu curso, como também o aluno tenha a possibilidade de informar sua preferência pelos tipos de mídia. Essa arquitetura é baseada no modelo de referência AHAM para sistemas adaptativos AEHS, contemplando a quádrupla: espaço do conhecimento, modelo do usuário, observações e modelo de adaptação, referente à definição lógica desses sistemas. Na AdaptMLearning, foram desenvolvidos alguns algoritmos, utilizando-se o modelo FSLSM, relacionado aos estilos de aprendizagem de um estudante e o padrão IEEE 1484 para catalogação dos objetos de aprendizagem e uso de alguns atributos de suas categorias, associados às dimensões dos estilos de aprendizagem do modelo FSLSM. O algoritmo calcula um peso para um objeto catalogado em cada dimensão e permite uma busca pelo objeto mais adequado ao estilo do estudante, além de usar a computação *fuzzy*, para avaliar se o estudante pode sofrer mudanças no seu estilo, deve receber reforço ou necessita de um reestudo em determinado assunto de um curso, por meio de resultados obtidos com o tempo de estudo e desempenho. Também, este trabalho apresenta o desenvolvimento e a avaliação de um simulador para a arquitetura AdaptMLearning e seus algoritmos, realizada utilizando diversos cenários de simulação, envolvendo estudantes, cursos e tecnologias com diferentes configurações. Assim sendo, com base nos resultados obtidos por meio da avaliação, foi possível discutir, analisar e identificar o potencial de uso da AdaptMLearning e de seus algoritmos em uma situação real para elaboração de um ambiente de aprendizagem ou agregação a um ambiente existente.

Palavras-chave: Sistemas de aprendizagem adaptativos e inteligentes. Estilos de aprendizagem. Computação *fuzzy*. Performance. Conhecimento pré-adquirido. Tecnologia. Objetos de aprendizagem.

Abstract

Intelligent and Adaptive Learning Systems, subject of recent research in the world, are environments with specific architectures and algorithms, designed considering the individual characteristics of each student. The rapid development of wireless infrastructures and wide use of mobile devices in people's everyday life encourage research about the use of these devices in education, providing the m-learning. In the context of such research, this work proposes the AdaptMLearning architecture that was designed to be a learning infrastructure for mobile and non-mobile platforms. This architecture provides a selection of learning objects that takes into account as adaptation criteria the following data: the mobile device's technological specification; the student's learning style information, his/her performance and spent time associated to the student's interaction with the learning object; previously acquired knowledge by the student related to the course's content. In addition, it also allows the teacher to interfere in the adaptation criteria used during the study simulation, and allows the student to indicate his/her preferences for media types. This architecture is based on AHAM reference model for adaptive systems AEHS and uses the quadruple: the knowledge space, the user model, the observations and the model adaptation, referring to the logical definition of these systems. To implement the AdaptMLearning architecture some algorithms using the FSLSM model related to the student's learning styles were developed. The algorithms use the IEEE 1484 for cataloging learning objects and some of its categories and attributes associated with dimensions of learning styles FSLSM model, are used to compute a weight of an object in each dimension allowing a search of the most appropriate object according to the student's learning styles; and the use of fuzzy computing, considering that the student's learning style can change, determines if the student has to receive reinforcement or need a new study in a particular subject of a course, when the student gets unsatisfactory results in terms of timing and performance in a course's subject. Also, this work also presents the development and evaluation of a simulator for the AdaptMLearning architecture and their algorithms. The evaluation of the simulator was done by means of many simulations scenarios, considering students, courses and technologies with different settings. Based on the results obtained from the evaluation it was possible to discuss, analyze and identify the potential use of AdaptMLearning architecture and their algorithms in a real situation for developing a learning environment or its aggregation to an existing environment.

Keywords: Intelligent and adaptive learning systems. Learning styles. Fuzzy computing. Performance. Previously acquired knowledge. Technology. Learning objects.

Sumário

Lista de Figuras

Lista de Tabelas

1	Introdução	1
1.1	Motivação e Justificativas	1
1.2	Objetivos e Contribuições	3
1.3	Estrutura da Tese	5
I	Fundamentação Teórica	6
2	Conceitos	7
2.1	AdaptMLearning: conceitos fundamentais	7
2.2	Objetos de aprendizagem	9
2.2.1	O padrão IEEE 1484	10
2.3	Estilos de aprendizagem	14
2.3.1	O modelo FSLSM	15
2.4	<i>Mobile learning</i> : conceitos e revisão bibliográfica	24
2.5	Sistemas de aprendizagem adaptativos e inteligentes	27
2.5.1	Conceitos	27
2.5.2	Revisão da literatura e o estado da arte	30
2.6	Possíveis técnicas de adaptação	33
2.6.1	Computação <i>Fuzzy</i>	33
2.6.2	Algoritmos Genéticos	35
2.6.3	Otimização por Colônia de Formigas	36

2.6.4	Álgebra de Caminhos: Teoria dos Grafos	37
2.6.5	Discussão	37
II Resultados		39
3	A arquitetura AdaptMLearning	40
3.1	AdaptMLearning: a arquitetura completa	41
3.1.1	O <i>Learner's Side</i>	42
3.1.2	O <i>Teacher's Side</i>	43
3.1.3	O <i>Content Server Side</i>	43
3.2	Considerações sobre a AdaptMLearning	54
4	Computação <i>Fuzzy</i> e a AdaptMLearning	56
4.1	Modelagem <i>fuzzy</i> do conhecimento	57
4.2	Variáveis <i>fuzzy</i> de entrada e as funções de pertinência	60
4.3	Variáveis <i>fuzzy</i> de saída e as funções de pertinência	64
4.4	Base de regras <i>fuzzy</i>	65
4.4.1	Performance, <i>timing</i> e <i>content</i>	65
4.4.2	Estilos de aprendizagem	66
4.5	Exemplo de aplicação das regras	68
4.5.1	Primeira simulação	71
4.5.2	Segunda simulação	71
4.5.3	Terceira simulação	72
4.5.4	Quarta simulação	74
4.5.5	Quinta simulação	75
4.6	Gráficos de Superfície	76
4.7	Conclusão	80
5	Algoritmo que implementa a adaptação	83

5.1	Considerações iniciais	83
5.2	Modelagem do problema para os estilos de aprendizagem	93
5.3	Exemplo da modelagem relativa aos estilos de aprendizagem	98
5.3.1	Análise e discussão para o estudante E_1	99
5.3.2	Análise e discussão para o estudante E_2	101
5.3.3	Análise e discussão para o estudante E_3	103
5.3.4	Análise e discussão para o estudante E_4	106
5.3.5	Análise e discussão para o estudante E_5	107
5.4	Algoritmo proposto	108
5.4.1	Montar tabela de pesos e normas de um objeto de aprendizagem	108
5.4.2	Marcar objetos de aprendizagem para apresentar em dispositivos de acesso	109
5.4.3	Classificar os objetos de aprendizagem pelo(s) tipo(s) de mídia	110
5.4.4	Classificar objetos de aprendizagem pelo estilo de aprendizagem	110
5.4.5	Avaliar Adaptação	110
5.5	Conclusão	112
6	O Simulador	117
6.1	Especificação de requisitos	117
6.1.1	Propósito, funcionalidades e classes de usuários	117
6.1.2	Restrições obrigatórias	125
6.1.3	Fatos e suposições relevantes	130
6.2	Projeto e desenvolvimento	131
6.3	Simulação dos Estudos	153
6.3.1	Introdução	153
6.3.2	Situação de Estudo I	168

6.3.3	Situação de Estudo VIII	172
6.3.4	Situação de Estudo XIV	182
6.4	Discussão e Análise dos Resultados	186
III	Conclusões	196
7	Conclusões e Trabalhos Futuros	197
7.1	Sumário	197
7.2	Sugestões de Trabalhos Futuros	203
	Referências	205
	Apêndice A – Modelagem <i>fuzzy</i> e base de regras para os estilos de aprendizagem	219
	Apêndice B – Conteúdo dos Casos de Uso do Simulador	233
	Apêndice C – Simulações de Estudo - Parte I	248
C.1	Situação de Estudo I	248
C.1.1	Considerações	248
C.1.2	Estudo do Bruno no Assunto I do Curso C3	249
C.1.3	Estudo do Bruno nos Outros Assuntos do Curso C3	251
C.2	Situação de Estudo II	252
C.2.1	Considerações	252
C.2.2	Estudo da Maria nos Assuntos do Curso C3	253
C.3	Situação de Estudo III	256
C.3.1	Considerações	256
C.3.2	Estudo do Alberto nos Assuntos do Curso C4	257
C.4	Situação de Estudo IV	260
C.4.1	Considerações	260
C.4.2	Estudo do Fernando nos Assuntos do Curso C4	262

C.5	Situação de Estudo V	264
C.5.1	Considerações	264
C.5.2	Estudo do Lucas nos Assuntos do Curso C4	265
C.6	Situação de Estudo VI	269
C.6.1	Considerações	269
C.6.2	Estudo do Alberto nos Assuntos do Curso C7	270
C.7	Situação de Estudo VII	271
C.7.1	Considerações	271
C.7.2	Estudo de Mariana nos Assuntos do Curso C8	272
C.8	Situação de Estudo VIII	272
C.8.1	Considerações	272
C.8.2	Estudo de Alberto nos Assuntos do Curso C9	273
C.9	Situação de Estudo IX	282
C.9.1	Considerações	282
C.9.2	Estudo de Ricardo nos Assuntos do Curso C10	283
C.10	Situação de Estudo X	287
C.10.1	Considerações	287
C.10.2	Estudo de Gabriel nos Assuntos do Curso C10	288
C.11	Situação de Estudo XI	295
C.11.1	Considerações	295
C.11.2	Estudo de Ricardo nos Assuntos do Curso C9	297
C.12	Situação de Estudo XII	301
C.12.1	Considerações	301
C.12.2	Estudo de Marcos nos Assuntos do Curso C9	302
C.13	Situação de Estudo XIII	306
C.13.1	Considerações	306
C.13.2	Estudo de Jonas nos Assuntos do Curso C9	307
C.14	Situação de Estudo XIV	311

C.14.1	Considerações	311
C.14.2	Estudo de Mariana nos Assuntos do Curso C9	312
C.15	Situação de Estudo XV	315
C.15.1	Considerações	315
C.15.2	Estudo de Fernandinho nos Assuntos do Curso C9	316
C.16	Situação de Estudo XVI	320
C.16.1	Considerações	320
C.16.2	Estudo de Maria nos Assuntos do Curso C9	322
C.17	Situação de Estudo XVII	328
C.17.1	Considerações	328
C.17.2	Estudo de Bruno nos Assuntos do Curso C9	329
Apêndice D – Simulações de Estudo - Parte II		332
D.1	Situação de Estudo XVIII	332
D.1.1	Considerações	332
D.1.2	Estudo de Thiago nos Assuntos do Curso C9	333
D.2	Situação de Estudo XIX	337
D.2.1	Considerações	337
D.2.2	Estudo de Geni nos Assuntos do Curso C9	338
D.3	Situação de Estudo XX	341
D.3.1	Considerações	341
D.3.2	Estudo de Lucas nos Assuntos do Curso C9	342
D.4	Situação de Estudo XXI	344
D.4.1	Considerações	344
D.4.2	Estudo de Fernando nos Assuntos do Curso C9	345
D.5	Situação de Estudo XXII	348
D.5.1	Considerações	348
D.5.2	Estudo de Ricardo nos Assuntos do Curso C9	349

D.6	Situação de Estudo XXIII	353
D.6.1	Considerações	353
D.6.2	Estudo de Eduardo nos Assuntos do Curso C9	354
D.7	Situação de Estudo XXIV	357
D.7.1	Considerações	357
D.7.2	Estudo de Fernando nos Assuntos do Curso C9	358
D.8	Situação de Estudo XXV	362
D.8.1	Considerações	362
D.8.2	Estudo de Alberto nos Assuntos do Curso C9	363
D.9	Situação de Estudo XXVI	367
D.9.1	Considerações	367
D.9.2	Estudo de Fabiana nos Assuntos do Curso C9	368
D.10	Situação de Estudo XXVII	373
D.10.1	Considerações	373
D.10.2	Estudo de Ricardo nos Assuntos do Curso C3	375
D.11	Situação de Estudo XXVIII	380
D.11.1	Considerações	380
D.11.2	Estudo de Fernando nos Assuntos do Curso C3	381
D.12	Situação de Estudo XXIX	386
D.12.1	Considerações	386
D.12.2	Estudo de Bruno nos Assuntos do Curso C2	387
D.13	Situação de Estudo XXX	390
D.13.1	Considerações	390
D.13.2	Estudo de Felipe nos Assuntos do Curso C2	391
D.14	Situação de Estudo XXXI	399
D.14.1	Considerações	399
D.14.2	Estudo de Jonas nos Assuntos do Curso C3	401
D.15	Situação de Estudo XXXII	409

D.15.1	Considerações	409
D.15.2	Estudo de Maria nos Assuntos do Curso C10	410
D.16	Situação de Estudo XXXIII	410
D.16.1	Considerações	410
D.16.2	Estudo de Ivan nos Assuntos do Curso C10	411

Lista de Figuras

2.1	Conceitos relacionados à temática deste trabalho.	8
2.2	Esquema de cores para o mapa conceitual da Figura 2.1.	9
2.3	Resultado obtido na aplicação do instrumento de diagnóstico ILS.	22
2.4	Algoritmo para obter o Estilo de Aprendizagem Inicial do estudante.	23
2.5	Etapa de inferência <i>fuzzy</i> : modelo computacional para uma aplicação.	35
2.6	Pseudocódigo básico para os algoritmos genéticos.	36
3.1	Arquitetura AdaptMLearning.	42
3.2	<i>Technology Module</i>	44
3.3	<i>Performance Module</i>	46
3.4	<i>Knowledge Module</i>	47
3.5	<i>Learning Styles Module</i>	49
3.6	<i>Learner and Courses Module</i>	51
3.7	<i>Content Presentation Module</i>	53
3.8	<i>Teacher Adaptation Rules Module</i>	53
3.9	<i>Adaptation Module</i>	54
4.1	Algoritmo simplificado relativo à aplicação da computação <i>fuzzy</i> no <i>Adaptation Module</i>	56
4.2	Função de pertinência para a variável <i>fuzzy</i> de entrada <i>input</i> , re- lacionada ao estilo de aprendizagem entrada (<i>input</i>) na primeira modelagem (Universo do Discurso: 0-22. Valores Linguísticos: <i>vi- sual, indifferent, verbal</i>).	58
4.3	Função de pertinência para a variável <i>fuzzy</i> de entrada performance (Universo do discurso: 0-10. Valores linguísticos: <i>good, regular, bad</i>).	61

4.4	Função de pertinência para a variável <i>fuzzy</i> de entrada <i>timing</i> (Universo do discurso: $0-2 \cdot T_i$; onde T_i é o valor obtido da tabela de conteúdo programático para o assunto em estudo de um curso. Valores linguísticos: <i>short</i> , <i>normal</i> , <i>long</i>).	61
4.5	Função de pertinência para a variável <i>fuzzy</i> de entrada <i>input</i> (Universo do discurso: 0-22. Valores linguísticos: <i>very visual</i> , <i>visual</i> , <i>indifferent</i> , <i>verbal</i> , <i>very verbal</i>).	62
4.6	Função de pertinência para a variável <i>fuzzy</i> de saída <i>content</i> (Universo de discurso: 0-4. Valores linguísticos: <i>new</i> , <i>new-current</i> , <i>current</i>).	64
4.7	Função de pertinência para a variável <i>fuzzy</i> de saída <i>input</i> (Universo do discurso: 0-22. Valores linguísticos: <i>very visual</i> , <i>visual</i> , <i>indifferent</i> , <i>verbal</i> , <i>very verbal</i>).	65
4.8	Base de regras <i>fuzzy</i> relacionadas às variáveis de entrada <i>fuzzy</i> performance e <i>timing</i> e à variável de saída <i>content</i>	66
4.9	Modelagem do conhecimento para o estilo entrada (<i>input</i>) relacionando as variáveis <i>fuzzy</i> de entrada <i>timing</i> , performance e <i>input</i> com a variável <i>fuzzy</i> de saída <i>input</i> (IO) e os valores: <i>very visual</i> = VVS, <i>visual</i> = VS, <i>indifferent</i> = I, <i>verbal</i> = VE, <i>very verbal</i> = VVE.	67
4.10	Base de regras para a variável <i>fuzzy</i> de saída <i>input</i> - Parte 1.	68
4.11	Base de regras para a variável <i>fuzzy</i> de saída <i>input</i> - Parte 2.	69
4.12	Etapa de inferência <i>Fuzzy</i> : modelo computacional para a arquitetura AdaptMLearning, considerando as variáveis <i>fuzzy</i> de entrada performance, <i>timing</i> e <i>input</i> e as variáveis <i>fuzzy</i> de saída <i>content</i> e <i>input</i>	70
4.13	Primeira simulação no MatLab.	72
4.14	Segunda simulação no MatLab.	73
4.15	Terceira simulação no MatLab.	74
4.16	Quarta simulação no MatLab.	76
4.17	Quinta Simulação no MatLab.	77

4.18	Gráfico da simulação envolvendo as variáveis <i>fuzzy</i> de entrada <i>timing</i> (eixo X) e performance (eixo Y) e a variável <i>fuzzy</i> de saída <i>content</i> (eixo Z).	78
4.19	Gráfico da simulação envolvendo as variáveis <i>fuzzy</i> de entrada <i>timing</i> (eixo X) e <i>input</i> (eixo Y) e a variável <i>fuzzy</i> de saída <i>input</i> (eixo Z).	78
4.20	Gráfico da simulação envolvendo as variáveis <i>fuzzy</i> de entrada <i>timing</i> (eixo X) e performance (eixo Y) e a variável <i>fuzzy</i> de saída <i>input</i> (eixo Z)).	79
4.21	Gráfico da simulação envolvendo as variáveis <i>fuzzy</i> de entrada <i>timing</i> (eixo X) e <i>input</i> (eixo Y) e a variável de saída <i>content</i> (eixo Z).	79
4.22	Gráfico da simulação envolvendo as variáveis de entrada performance (eixo X) e <i>input</i> (eixo Y) e a variável de saída <i>content</i> (eixo Z).	80
4.23	Gráfico da simulação envolvendo as variáveis de entrada performance (eixo X) e <i>input</i> (eixo Y) e a variável de saída <i>input</i> (eixo Z).	81
5.1	Modelo de tabela $TabLOMLS.O_k$ contendo a relação ordenada dos O_k 's objetos selecionados, coincidentes com as características do estudante E_i segundo algum critério de classificação .	97
5.2	Objetos de aprendizagem e seus valores para os atributos da categoria educacional e técnica do LOM.	99
5.3	Atributos para a categoria LOM para o objeto O_1 e seus pesos.	100
5.4	Norma/Norma ponderada totais para os objetos de O_1 a O_7 dos estudantes E_1 a E_5 .	101
5.5	Ordenação dos objetos O_1 a O_7 pelos critérios normas individuais de cada estilo de aprendizagem, norma de todos os estilos e votação para o estudante E_1 .	102
5.6	Ordenação dos objetos O_1 a O_7 pelos critérios normas ponderadas individuais de cada estilo de aprendizagem, norma ponderada de todos os estilos e votação para o estudante E_1 .	103

5.7	Ordenação dos objetos O_1 a O_7 pelos critérios normas ponderadas individuais de cada estilo de aprendizagem, norma ponderada de todos os estilos e votação para o estudante E_2	104
5.8	Ordenação dos objetos O_1 a O_7 pelos critérios normas ponderadas individuais de cada estilo de aprendizagem, norma ponderada de todos os estilos e votação para o estudante E_3	105
5.9	Ordenação dos objetos O_1 a O_7 pelos critérios normas ponderadas individuais de cada estilo de aprendizagem, norma ponderada de todos os estilos e votação para o estudante E_4	106
5.10	Ordenação dos objetos O_1 a O_7 pelos critérios normas ponderadas individuais de cada estilo de aprendizagem, norma ponderada de todos os estilos e votação para o estudante E_5	108
5.11	Algoritmo que monta a tabela de pesos e normas para um objeto de aprendizagem.	109
5.12	Algoritmo que marca os objetos de aprendizagem a serem apresentados.	110
5.13	Algoritmo responsável por classificar os objetos de aprendizagem, segundo o(s) tipo(s) de mídia escolhidos pelo estudante.	111
5.14	Algoritmo responsável por classificar os objetos de aprendizagem pelo estilo de aprendizagem, segundo a norma ponderada e a votação.	112
5.15	Algoritmo AvaliaAdaptacao, responsável por proporcionar a adaptação pelos critérios, especificados pelo professor - parte 1.	114
5.16	Algoritmo AvaliaAdaptacao, responsável por proporcionar a adaptação pelos critérios, especificados pelo professor - parte 2.	115
5.17	Algoritmo AvaliaAdaptacao, responsável por proporcionar a adaptação pelos critérios, especificados pelo professor - parte 3.	116
6.1	Diagrama de Casos de Uso para o Simulador.	132
6.2	Diagrama de classes para o simulador, contendo somente os atributos.	144
6.3	Diagrama entidade relacionamento para o simulador - “Gestão de Usuários e Cursos” e “Histórico de Estudo”.	145
6.4	Diagrama entidade relacionamento para o simulador - “Gestão de Objetos de Aprendizagem”.	146

6.5	Simulador: tela principal e <i>login</i>	149
6.6	Simulador: tela obter estilos de aprendizagem de um estudante. .	150
6.7	Simulador: tela de acesso a um curso. Administrador seleciona a estudante “Fabiana Murer”, dispositivo “ <i>notebook</i> LU.SG608.002” e o curso “C6”.	150
6.8	Simulador: tela inicial após acesso do administrador como estu- dante “Fabiana Murer”, com o dispositivo “ <i>notebook</i> LU.SG608.002” no curso “C6”.	151
6.9	Simulador: Tela de Simulação de Estudo para “Fabiana Murer” com o dispositivo “ <i>notebook</i> LU.SG608.002” no curso “C6”. . . .	154
6.10	Simulador: Tela de Histórico de Estudo para a Estudante “Fabiana Murer” no curso “C6”.	155
A.1	Modelagem do conhecimento para o estilo entrada (<i>input</i>) relaci- onando as variáveis <i>fuzzy</i> de entrada <i>timing</i> , <i>performance</i> e <i>input</i> com a variável <i>fuzzy</i> de saída <i>input</i> (IO) e os valores: <i>very visual</i> = VVS, <i>visual</i> = VS, <i>indifferent</i> = I, <i>verbal</i> = VE, <i>very verbal</i> = VVE.	219
A.2	Modelagem do conhecimento para o estilo percepção (<i>perception</i>) relacionando as variáveis <i>fuzzy</i> de entrada <i>timing</i> , <i>performance</i> e <i>perception</i> com a variável <i>fuzzy</i> de saída <i>perception</i> (PO) e os valo- res: <i>very sensorial</i> = VSEN, <i>sensorial</i> = SEN, <i>indifferent</i> = I, <i>intuitive</i> = INT, <i>very intuitive</i> = VINT.	220
A.3	Modelagem do conhecimento para o estilo processamento (<i>proces- sing</i>) relacionando as variáveis <i>fuzzy</i> de entrada <i>timing</i> , <i>perfor- mance</i> e <i>processing</i> com a variável <i>fuzzy</i> de saída <i>processing</i> (SO) e os valores: <i>very active</i> = VA, <i>active</i> = A, <i>indifferent</i> = I, <i>reflexive</i> = R, <i>very reflexive</i> = VR.	221
A.4	Modelagem do conhecimento para o estilo entendimento (<i>unders- tanding</i>) relacionando as variáveis <i>fuzzy</i> de entrada <i>timing</i> , <i>per- formance</i> e <i>understanding</i> com a variável <i>fuzzy</i> de saída <i>unders- tanding</i> (UO) e os valores: <i>very sequential</i> = VSEQ, <i>sequential</i> = SEQ, <i>indifferent</i> = I, <i>global</i> = G, <i>very global</i> = VG.	222
A.5	Base de regras para as variáveis de entrada <i>fuzzy performance</i> , <i>timing</i> e a variável de saída <i>content</i>	222

A.6	Base de regras para a variável <i>fuzzy</i> de saída <i>input</i> - Parte 1. . . .	223
A.7	Base de regras para a variável <i>fuzzy</i> de saída <i>input</i> - Parte 2. . . .	224
A.8	Base de regras para a variável <i>fuzzy perception</i> - Parte 1.	225
A.9	Base de regras para a variável <i>fuzzy perception</i> - Parte 2.	226
A.10	Base de regras para a variável <i>fuzzy processing</i> - Parte 1.	227
A.11	Base de regras para a variável <i>fuzzy processing</i> - Parte 2.	228
A.12	Base de regras para a variável <i>fuzzy processing</i> - Parte 3.	229
A.13	Base de regras para a variável <i>fuzzy understanding</i> - Parte 1. . . .	230
A.14	Base de regras para a variável <i>fuzzy understanding</i> - Parte 2. . . .	231
A.15	Base de regras para a variável <i>fuzzy understanding</i> - Parte 3. . . .	232

Lista de Tabelas

2.1	Categorias do IEEE 1484.12.1, adaptado de [1] e [2]	10
2.2	Atributos da categoria geral do IEEE 1484, adaptado de [1]. . . .	12
2.3	Atributos da categoria técnica do IEEE 1484, adaptado de [1]. . .	12
2.4	Atributos da categoria educacional do IEEE 1484, adaptado de [1].	13
2.5	Questões do ILS para a dimensão processamento. A primeira alternativa representa o valor ativo e a segunda o reflexivo. Traduzido de [3].	17
2.6	Questões do ILS para a dimensão percepção. A primeira alternativa representa o valor sensorial e a segunda o valor intuitivo. Traduzido de [3].	18
2.7	Questões do ILS para a dimensão entrada. A primeira alternativa representa o valor visual e a segunda o valor verbal. Traduzido de [3].	19
2.8	Questões do ILS para a dimensão entendimento. A primeira alternativa representa o valor sequencial e a segunda o valor global. Traduzido de [3].	20
3.1	Exemplo de tabela de conteúdo programático para um curso. . . .	50
4.1	Dimensões do Modelo FSLSM e os valores linguísticos, considerados na primeira modelagem <i>fuzzy</i>	58
4.2	Dimensões do Modelo FSLSM e os valores linguísticos, considerados na segunda modelagem <i>fuzzy</i>	59
4.3	Transformação de valores da dimensão <i>processing</i> e os seus cinco valores linguísticos para o modelo FSLSM, considerados na construção da função de pertinência para a segunda modelagem <i>fuzzy</i> .	59
4.4	Transformação de valores da dimensão <i>perception</i> e os seus cinco valores linguísticos para o modelo FSLSM, considerados na construção da função de pertinência para a segunda modelagem <i>fuzzy</i> .	59

4.5	Transformação de valores da dimensão <i>understanding</i> e os seus cinco valores linguísticos para o modelo FSLSM, considerados na construção da função de pertinência para a segunda modelagem <i>fuzzy</i>	60
4.6	Transformação de valores da dimensão <i>input</i> e os seus cinco valores linguísticos para o modelo FSLSM, considerados na construção da função de pertinência para a segunda modelagem <i>fuzzy</i>	60
4.7	Conhecimento modelado para as variáveis <i>fuzzy</i> de entrada <i>timinge</i> performance e a variável de saída <i>content</i>	66
5.1	Atributo <i>learningResourceType</i> da categoria educacional do LOM, possíveis valores e os pesos, considerados para a dimensão <i>input</i> do modelo FSLSM. (<i>others</i> representa <i>exercise, simulation, questionnaire, exam, experiment, problem statement, self assessment</i>).	86
5.2	Atributo <i>learningResourceType</i> da categoria educacional do LOM, possíveis valores e os pesos, considerados para a dimensão <i>understanding</i> do modelo FSLSM.	86
5.3	Atributo <i>learningResourceType</i> da categoria educacional do LOM, possíveis valores e os pesos, considerados para a dimensão <i>perception</i> do modelo FSLSM.	87
5.4	Atributo <i>learningResourceType</i> da categoria educacional do LOM, possíveis valores e os pesos, considerados para a dimensão <i>processing</i> do modelo FSLSM. (<i>others</i> representa <i>exercise, simulation, diagram, figure, graph, index, table, narrative text, lecture</i>).	87
5.5	Atributo <i>semantic density</i> da categoria educacional do LOM, possíveis valores e os pesos considerados para as dimensões do modelo FSLSM.	87
5.6	Atributo <i>interactivity Level</i> da categoria educacional do LOM, possíveis valores e os pesos considerados para as dimensões do modelo FSLSM.	88
5.7	Atributo <i>difficulty</i> da categoria educacional do LOM, possíveis valores e os pesos considerados para as dimensões do modelo FSLSM.	89
5.8	Atributo <i>interactivity type</i> da categoria educacional do LOM, possíveis valores e os pesos considerados para as dimensões do modelo FSLSM.	90

5.9	Atributo <i>format</i> da categoria técnica do LOM, alguns possíveis valores para o <i>type</i> e os pesos considerados para as escalas do modelo FSLSM.	91
5.10	Tipos de dispositivos considerados neste trabalho.	92
5.11	Aspectos técnicos do dispositivo e a relação com os atributos da categoria técnica do LOM	92
5.12	Tipos de teclado, obtidos de [4] e [5].	92
5.13	Estilos de aprendizagem inicial dos estudantes E_1 , E_2 , E_3 , E_4 e E_5	98
6.1	Primeira relação de objetos de aprendizagem identificados pelo <i>Title</i> , da categoria geral do IEEE 1484, e a palavra chave associada.	158
6.2	Relação de Objetos de Aprendizagem contendo os três caracteres iniciais do <i>Title</i> , relativos aos objetos da Tabela 6.1, e o valor do atributo <i>description</i> da categoria Geral do IEEE 1484.	158
6.3	Relação de objetos de aprendizagem contendo os três caracteres iniciais do <i>Title</i> , relativos aos objetos da Tabela 6.1, e o valor dos atributos <i>format</i> e <i>OtherPlatformsRequeriments</i> da categoria técnica do IEEE 1484.	158
6.4	Relação de objetos de aprendizagem contendo os três caracteres iniciais do <i>Title</i> , relativos aos objetos da Tabela 6.1, e o valor dos atributos <i>interactivity type</i> (IT), <i>learning resource type</i> (LRT), <i>interactivity level</i> (IL), <i>semantic density</i> (SD) e <i>difficulty</i> (D) da categoria educacional do IEEE 1484.	159
6.5	Segunda relação de objetos de aprendizagem identificados pelo <i>Title</i> , da categoria geral do IEEE 1484, e a palavra chave associada.	159
6.6	Relação de objetos de aprendizagem contendo o rótulo inicial do <i>Title</i> , relativos aos objetos da Tabela 6.5, e o valor do atributo <i>Description</i> da categoria geral do IEEE 1484.	159
6.7	Relação de objetos de aprendizagem contendo o rótulo inicial do <i>Title</i> , obtido da Tabela 6.5, e o valor dos atributos <i>format</i> e <i>Other-PlatformsRequeriments</i> da categoria técnica do IEEE 1484.	160

6.8	Relação de objetos de aprendizagem contendo os três caracteres iniciais do <i>Title</i> , relativos aos objetos da Tabela 6.5, e o valor dos atributos <i>interactivity type</i> (IT), <i>learning resource type</i> (LRT), <i>interactivity level</i> (IL), <i>semantic density</i> (SD) e <i>difficulty</i> (D) da categoria educacional do IEEE 1484.	161
6.9	Resumo da situações de estudo realizadas no simulador (NSE = Número da Simulação de Estudo).	161
6.10	Simulação da situação I - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C3”.	170
6.11	Simulação da situação I - Objeto selecionado e estudado (OSE) nos cinco últimos assuntos do Curso C3 e os valores nas quatro dimensões do estilo de aprendizagem FSLSM (input = Inp, processing = Proc, perception = Perc, understanding = Unders), obtidos após o estudo do objeto.	172
6.12	Simulação da situação VIII - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C9”.	174
6.13	Simulação da situação VIII - Classificação dos objetos no estudo do assunto II para o curso “C9”.	176
6.14	Simulação da situação VIII - Classificação dos objetos no reforço de estudo do assunto II para o curso “C9”.	177
6.15	Simulação da situação VIII - Classificação dos objetos no primeiro estudo do assunto III para o curso “C9”.	178
6.16	Simulação da situação VIII - Classificação dos objetos no segundo estudo do assunto III para o curso “C9”.	180
6.17	Simulação da situação VIII - Classificação dos objetos no estudo pela terceira vez do assunto III para o curso “C9”.	181
6.18	Simulação da Situação VIII - Classificação dos objetos no quarto estudo do assunto III para o curso “C9”.	182
6.19	Simulação da situação XIV - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C9”.	184
6.20	Simulação da situação XIV - Classificação dos objetos no estudo do assunto II para o curso “C9”.	185

6.21	Simulação da situação XIV - Classificação dos objetos no estudo do assunto III para o curso “C9”	186
C.1	Simulação da situação I - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C3”	250
C.2	Simulação da situação I - Objeto selecionado e estudado (OSE) nos cinco últimos assuntos do Curso C3 e os valores nas quatro dimensões do estilo de aprendizagem FSLSM (input = Inp, processing = Proc, perception = Perc, understanding = Unders), obtidos após o estudo do objeto.	252
C.3	Simulação da situação II - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C3”	255
C.4	Simulação da situação II - Objeto selecionado e estudado (OSE) nos cinco últimos assuntos do Curso C3 e os valores nas quatro dimensões do estilo de aprendizagem FSLSM (input = Inp, processing = Proc, perception = Perc, understanding = Unders), obtidos após o estudo do objeto.	256
C.5	Simulação da situação III - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C4”	258
C.6	Simulação da situação III - Classificação dos objetos relativos ao estudo do assunto III para o curso “C4”	260
C.7	Simulação da situação IV - Classificação dos objetos relativos ao primeiro estudo do assunto II para o curso “C4”	263
C.8	Simulação da situação IV - Classificação dos objetos no segundo estudo do assunto II para o curso “C4”	264
C.9	Simulação da situação IV - Classificação dos objetos no estudo do assunto III para o curso “C4”	264
C.10	Simulação da situação V - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C4”	266
C.11	Simulação da situação V - Classificação dos objetos no estudo do assunto II para o curso “C4”	268
C.12	Simulação da situação V - Classificação dos objetos no reforço de estudo do assunto II para o curso “C4”	268

C.13 Simulação da situação VI - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C7”	271
C.14 Simulação da situação VIII - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C9”	274
C.15 Simulação da situação VIII - Classificação dos objetos no estudo do assunto II para o curso “C9”	276
C.16 Simulação da situação VIII - Classificação dos objetos no reforço de estudo do assunto II para o curso “C9”	277
C.17 Simulação da situação VIII - Classificação dos objetos no primeiro estudo do assunto III para o curso “C9”	278
C.18 Simulação da situação VIII - Classificação dos objetos no segundo estudo do assunto III para o curso “C9”	280
C.19 Simulação da situação VIII - Classificação dos objetos no estudo pela terceira vez do assunto III para o curso “C9”	281
C.20 Simulação da situação VIII - Classificação dos objetos no quarto estudo do assunto III para o curso “C9”	282
C.21 Simulação da situação IX - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C10”	284
C.22 Simulação da situação IX - Classificação dos objetos no estudo do assunto II para o curso “C10”	286
C.23 Simulação da situação IX - Classificação dos objetos no estudo do assunto III para o curso “C10”	287
C.24 Simulação da situação X - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C10”	289
C.25 Simulação da situação X - Classificação dos objetos no estudo do assunto II para o curso “C10”	291
C.26 Simulação da situação X - Classificação dos objetos no reforço do estudo para o assunto II para o curso “C10”	292
C.27 Simulação da situação X - Classificação dos objetos no primeiro estudo do assunto III para o curso “C10”	293
C.28 Simulação da situação X - Classificação dos objetos no segundo estudo do assunto III para o curso “C10”	294

C.29 Simulação da situação X - Classificação dos objetos no terceiro estudo do assunto III para o curso “C10”.	295
C.30 Simulação da situação XI - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C9”.	298
C.31 Simulação da situação XI - Classificação dos objetos no estudo do assunto II para o curso “C9”.	299
C.32 Simulação da situação XI - Classificação dos objetos no estudo do assunto III para o curso “C9”.	300
C.33 Simulação da situação XII - Classificação dos objetos no estudo do assunto II para o curso “C9”.	303
C.34 Simulação da situação XII - Classificação dos objetos no estudo do assunto III para o curso “C9”.	305
C.35 Simulação da situação XIII - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C9”.	308
C.36 Simulação da situação XIII - Classificação dos objetos no estudo do assunto II para o curso “C9”.	309
C.37 Simulação da situação XIII - Classificação dos objetos no estudo do assunto III para o curso “C9”.	311
C.38 Simulação da situação XIV - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C9”.	313
C.39 Simulação da situação XIV - Classificação dos objetos no estudo do assunto II para o curso “C9”.	314
C.40 Simulação da situação XIV - Classificação dos objetos no estudo do assunto III para o curso “C9”.	315
C.41 Simulação da situação XV - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C9”.	317
C.42 Simulação da situação XV - Classificação dos objetos no estudo do assunto II para o curso “C9”.	319
C.43 Simulação da situação XV - Classificação dos objetos no estudo do assunto III para o curso “C9”.	320
C.44 Simulação da situação XVI - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C9”.	323

C.45	Simulação da situação XVI - Classificação dos objetos no estudo do assunto II para o curso “C9”	324
C.46	Simulação da situação XVI - Classificação dos objetos no reforço de estudo para o assunto II do curso “C9”.	325
C.47	Simulação da situação XVI - Classificação dos objetos no primeiro estudo do assunto III do curso “C9”.	326
C.48	Simulação da situação XVI - Classificação dos objetos no segundo estudo do assunto III do curso “C9”.	328
C.49	Simulação da situação XVII - Classificação dos objetos no primeiro e segundo estudo do assunto II para o curso “C9”.	330
C.50	Simulação da situação XVII - Classificação dos objetos no primeiro estudo e no reforço do assunto III para o curso “C9”.	331
D.1	Simulação da situação XVIII - Classificação dos objetos no estudo e no reforço do assunto I do curso “C9”.	334
D.2	Simulação da situação XVIII - Classificação dos objetos no estudo do assunto II do curso “C9”.	336
D.3	Simulação da situação XVIII - Classificação dos objetos no estudo do assunto III do curso “C9”.	336
D.4	Simulação da situação XIX - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C9”.	339
D.5	Simulação da situação XIX - Classificação dos objetos no estudo do assunto II para o curso “C9”.	340
D.6	Simulação da situação XIX - Classificação dos objetos no estudo do assunto III para o curso “C9”.	341
D.7	Simulação da situação XX - Classificação dos objetos no estudo do assunto II para o curso “C9”.	343
D.8	Simulação da situação XX - Classificação dos objetos no estudo do assunto III para o curso “C9”.	344
D.9	Simulação da situação XXI - Classificação dos objetos no estudo do assunto I do curso “C9”.	346
D.10	Simulação da situação XXI - Classificação dos objetos no estudo do assunto II do curso “C9”.	347

D.11 Simulação da situação XXI - Classificação dos objetos no estudo do assunto III do curso “C9”	347
D.12 Simulação da situação XXII - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C9”	350
D.13 Simulação da situação XXII - Classificação dos objetos no estudo do assunto II para o curso “C9”	351
D.14 Simulação da situação XXII - Classificação dos objetos no estudo do assunto III para o curso “C9”	353
D.15 Simulação da situação XXIII - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C9”	355
D.16 Simulação da situação XXIII - Classificação dos objetos no estudo do assunto II para o curso “C9”	356
D.17 Simulação da situação XXIII - Classificação dos objetos no estudo do assunto III para o curso “C9”	357
D.18 Simulação da situação XXIV - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C9”	359
D.19 Simulação da situação XXIV - Classificação dos objetos no estudo do assunto II para o curso “C9”	361
D.20 Simulação da situação XXIV - Classificação dos objetos no estudo do assunto III para o curso “C9”	362
D.21 Simulação da situação XXV - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C9”	364
D.22 Simulação da situação XXV - Classificação dos objetos no estudo do assunto II para o curso “C9”	365
D.23 Simulação da situação XXV - Classificação dos objetos no estudo do assunto III para o curso “C9”	366
D.24 Simulação da situação XXVI - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C9”	369
D.25 Simulação da situação XXVI - Classificação dos objetos no pri- meiro estudo do assunto II para o curso “C9”	370
D.26 Simulação da situação XXVI - Classificação dos objetos no segundo estudo do assunto II para o curso “C9”	372

D.27 Simulação da situação XXVI - Classificação dos objetos no estudo do assunto III para o curso “C9”	373
D.28 Simulação da situação XXVII - Classificação dos objetos no estudo do assunto II para o curso “C3”	376
D.29 Simulação da situação XXVII - Classificação dos objetos no estudo do assunto III para o curso “C3”	377
D.30 Simulação da situação XXVII - Classificação dos objetos no estudo do assunto V para o curso “C3”	378
D.31 Simulação da situação XXVII - Classificação dos objetos no estudo do assunto VI para o curso “C3”	379
D.32 Simulação da situação XXVIII - Classificação dos objetos no estudo do assunto II para o curso “C3”	383
D.33 Simulação da situação XXVIII - Classificação dos objetos no estudo do assunto III para o curso “C3”	384
D.34 Simulação da situação XXVIII - Classificação dos objetos no estudo do assunto V para o curso “C3”	385
D.35 Simulação da situação XXVIII - Classificação dos objetos no estudo do assunto VI para o curso “C3”	385
D.36 Simulação da situação XXIX - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C2”	388
D.37 Simulação da situação XXIX - Classificação dos objetos no estudo do assunto II para o curso “C2”	389
D.38 Simulação da situação XXIX - Classificação dos objetos no estudo do assunto III para o curso “C2”	389
D.39 Simulação da situação XXIX - Classificação dos objetos no estudo do assunto IV para o curso “C2”	390
D.40 Simulação da situação XXIX - Classificação dos objetos no estudo do assunto V para o curso “C2”	390
D.41 Simulação da situação XXX - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C2”	393
D.42 Simulação da situação XXX - Classificação dos objetos no estudo do assunto II para o curso “C2”	393

D.43 Simulação da situação XXX - Classificação dos objetos no primeiro estudo do assunto III para o curso “C2”.	394
D.44 Simulação da situação XXX - Classificação dos objetos no segundo estudo do assunto III para o curso “C2”.	395
D.45 Simulação da situação XXX - Classificação dos objetos no terceiro estudo do assunto III para o curso “C2”.	396
D.46 Simulação da situação XXX - Classificação dos objetos no primeiro estudo do assunto IV para o curso “C2”.	397
D.47 Simulação da situação XXX - Classificação dos objetos no segundo estudo do assunto IV para o curso “C2”.	398
D.48 Simulação da situação XXX - Classificação dos objetos no segundo estudo do assunto V para o curso “C2”.	399
D.49 Simulação da situação XXXI - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C3”.	402
D.50 Simulação da situação XXXI - Classificação dos objetos no primeiro estudo do assunto II para o curso “C3”.	402
D.51 Simulação da situação XXXI - Classificação dos objetos no segundo estudo do assunto II para o curso “C3”.	404
D.52 Simulação da situação XXXI - Classificação dos objetos no estudo do assunto III para o curso “C3”.	405
D.53 Simulação da situação XXXI - Classificação dos objetos no primeiro estudo do assunto IV para o curso “C3”.	406
D.54 Simulação da situação XXXI - Classificação dos objetos no segundo estudo do assunto IV para o curso “C3”.	408
D.55 Simulação da situação XXXI - Classificação dos objetos no estudo do assunto V para o curso “C3”.	408
D.56 Simulação da situação XXXI - Classificação dos objetos no estudo do assunto VI para o curso “C3”.	409
D.57 Simulação da situação XXXIII - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C10”.	413
D.58 Simulação da situação XXXIII - Classificação dos objetos no primeiro estudo do assunto II para o curso “C10”.	414

D.59	Simulação da situação XXXIII - Classificação dos objetos no segundo estudo do assunto II para o curso “C10”.	415
D.60	Simulação da situação XXXIII - Classificação dos objetos no reforço do estudo do assunto II para o curso “C10”.	416
D.61	Simulação da situação XXXIII - Classificação dos objetos no estudo do assunto III para o curso “C10”.	416

Lista de Abreviaturas

ACCT	<i>Adaptive Course Construction Toolkit</i>
ADL	<i>Advanced Distributed Learning</i>
AEHS	Sistemas Educacionais Hiper��dia Adaptativos
AHA!	<i>Adaptive Hypermedia for All!</i>
AHAM	Modelo de Aplica��o Hiper��dia Adaptativa
AM	Modelo de Adapta��o
CSCl	<i>Computer-Supported Collaborative Learning</i>
CTELCS	<i>Collaborative Training Environment of the Laboratory of Communications and Signals</i>
DCG	<i>Dynamic Courseware Generation</i>
DWDM	<i>Dense Wavelength Division Multiplexing</i>
EM	Espa��o da M��dia
ES	Espa��o do Conhecimento
FSLSM	<i>Felder-Silverman Learning Style Model</i>
HBDI	<i>Herrmann Brain Dominance Instrument</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
ILS	<i>Index of Learning Styles</i>
IMS LD	<i>IMS Learning Design</i>
INSPIRE	<i>INtelligent System for Personalized Instruction in a Remote Environment</i>
ISBN	<i>International Standard Book Number</i>
IWT	<i>Intelligent Web Teacher</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>

ISO/IEC	<i>International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission</i>
IT	<i>Information Technology</i>
KOD	<i>Knowledge on Demand</i>
LCS-EPUSP	Laboratório de Comunicações e Sinais da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
LOM	<i>Learning Object Metadata</i>
LMS	<i>Learning Management System</i>
M-Learning	<i>Mobile Learning</i>
MAS-PLANG	<i>MultiAgent System-PLAtaforma de Nueva Generación</i>
MD	Modelo de Domínio
MBTI	<i>The Myers-Briggs Type Indicator</i>
MLE-Moodle	<i>Mobile Learning Engine Moodle</i>
MOODLE	<i>Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment</i>
OBS	Observações
QR-CODE	<i>Quick Response-CODE</i>
RFC	<i>Request For Comments</i>
SCORM	<i>Sharable Content Object Reference Model</i>
TIC	Tecnologia da Informação e da Comunicação
UM	Modelo de Usuário
VAK	<i>Visual-Auditory-Kinesthetic Model</i>
WINDS	<i>Web Based Intelligent Design Tutoring System</i>
XML	<i>eXtensible Markup Language</i>

1 Introdução

Neste Capítulo, são abordados os seguintes aspectos: motivação, justificativa, objetivos e as principais contribuições deste trabalho, além da estrutura da tese.

1.1 Motivação e Justificativas

Instituições educacionais preocupadas em garantir uma boa qualidade de ensino aos estudantes, empresas interessadas em realizar um treinamento eficiente e facilitado aos seus funcionários investem em: tecnologias de informação e comunicação (TICs), sistemas modernos de ensino, objetos de aprendizagem e aplicação de novas modalidades de ensino e aprendizagem [6].

Nesse cenário, há alguns sistemas de ensino, chamados de Ambientes Virtuais de Ensino e Aprendizagem (AVEA), que possuem ferramentas de:

- administração e gerenciamento de conteúdos, usuários e cursos;
- comunicação síncronas e assíncronas;
- criação e controle de avaliações;
- configuração do sistema.

Dentre esses sistemas, tem-se: o Blackboard [7], difundido mundialmente e não gratuito, o *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment* (MOODLE) [8], software *free* de apoio à aprendizagem, largamente utilizado e o *Collaborative Training Environment of the Laboratory of Communications and Signals* (CTELCS) [9] [10], um protótipo de ambiente de aprendizagem colaborativo desenvolvido no Laboratório de Comunicações e Sinais da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (LCS-EPUSP).

Esses sistemas podem acessar objetos de aprendizagem que englobam conteúdos e atividades avaliativas em diversos formatos e mídias, porém:

- possuem uma estrutura de conteúdo rígida e realizam a entrega do conteúdo educacional da mesma forma para todos os estudantes, sem dar qualquer atenção especial para as diferenças entre os seus perfis e necessidades individuais [11], tais como seus estilos de aprendizagem;
- não propõem material adicional para o estudo do aluno, caso o mesmo tenha estudado determinados conceitos, resolvido exercícios e/ou testes e não tenha conseguido obter o conhecimento mínimo em cada tópico estudado;
- não consideram o conhecimento do estudante. Em uma situação na qual o acesso ao conteúdo dos objetos é de conhecimento do estudante, que pode ficar desmotivado por ter a necessidade de estudar assuntos que são de seu domínio;
- não levam em consideração a tecnologia de acesso, visualização e usabilidade;
- não permitem que seja indicada algum tipo de preferência do estudante por características do conteúdo como, por exemplo, tipo de mídia;
- desconsideram as interações do estudante;
- têm certas limitações de acesso por meio de dispositivos móveis.

Por esse fato, nos últimos anos, tem havido várias iniciativas de pesquisa em sistemas de aprendizagem inteligentes e adaptativos, como Sistemas Educacionais Hipermídia Adaptativos (AEHS), que investigam o potencial da mudança de paradigma educacional com base na abordagem tradicional *one-size-fits-all* para aprender e ensinar de forma personalizada e adaptativa, em que o ensino é adaptado às necessidades individuais dos alunos e características sob demanda e em contexto, tais como conhecimentos, interesses, estilos de aprendizagem, etc [12] [13]. No entanto, como cita [14], o desenvolvimento de sistemas que se adaptam às necessidades de aprendizagem dos alunos é uma tarefa complexa.

Alguns desses sistemas adaptativos, que oferecem soluções considerando algum tipo de personalização são, o *MultiAgent System-PLA* *taforma de Nueva Generación* (MAS-PLANG) [15], o *Style-based Ant Colony System* (SACS) [16] e o *Adaptive Hypermedia for All!* (AHA!) [17] [18].

Além disso, a apropriação generalizada de dispositivos móveis, tais como telefone celular, *tablet* e *smartphone*, e o rápido crescimento da indústria de comunicações móveis iniciaram uma tendência crescente de pesquisas e do uso desses

dispositivos na educação, chamada de *mobile learning* ou *m-learning*, no qual os aspectos da adaptabilidade e personalização podem desempenhar um papel importante no sentido de proporcionar aos estudantes experiências de aprendizagem adaptativa e personalizada, entregues através de dispositivos móveis [12] [19].

No entanto, como descreve [12], a fim de alcançar uma aprendizagem móvel adaptável e personalizada, são necessárias ferramentas que processam informações contextuais dos estudantes e fazem a entrega de material adaptativo e sensível ao contexto por meio de dispositivos móveis. Algumas características do contexto do estudante pesquisadas são: hardware do dispositivo, preferências, localização, humor do estudante, etc [20].

O uso de tecnologias móveis na área da educação é uma realidade em várias situações de aprendizagem no Brasil e no mundo, permitindo aos estudantes romper a barreira de tempo e espaço, sem grades de horários e pontos de acesso fixos. Com isso, sendo possível, ensino e aprendizagem, realmente, a qualquer hora e lugar, mesmo quando em movimento [21] [22] [23].

1.2 Objetivos e Contribuições

O objetivo principal deste trabalho é propor um sistema de aprendizagem inteligente e adaptativo que permita prover a aprendizagem em plataformas móveis e não móveis, considerando:

- A seleção de objetos de aprendizagem que melhor se adaptam: aos dados sobre a tecnologia utilizada para acesso; às informações sobre o estilo de aprendizagem; à performance; aos conhecimentos pré-adquiridos do estudante e ao conteúdo associado a um curso.
- A possibilidade do estudante informar sua preferência pelos tipos de mídia do objeto de aprendizagem e do professor determinar quais critérios de adaptação serão considerados na seleção dos objetos de aprendizagem ao seu curso.
- A interação do estudante com a tecnologia de acesso e o objeto de aprendizagem.

As seguintes questões foram examinadas no decorrer desta pesquisa:

- Qual o modelo e configuração de arquitetura pode proporcionar todos os critérios de adaptação propostos?

- Qual modelo de estilo de aprendizagem deve ser utilizado no critério de adaptação associado aos estilos de aprendizagem de um estudante?
- Qual técnica de inteligência computacional poderia ser utilizada para implementar a adaptação relativa aos estilos de aprendizagem e como descrever uma solução nessa técnica?
- Como elaborar uma metodologia que associa os estilos de aprendizagem aos objetos de aprendizagem, permitindo uma busca pelo mais adequado?
- Como tratar a adaptação associada à performance do estudante?
- Quais características da tecnologia de acesso utilizar e como descrever uma solução que recomende ou não o objeto de aprendizagem para o dispositivo?
- Como elaborar uma metodologia que trata dos tipos de mídia de um objeto de aprendizagem e associa à preferência do estudante?
- Como avaliar se as soluções encontradas são coerentes e aceitáveis?

Segue uma lista com as contribuições originais desta tese:

- Proposta da arquitetura AdaptMLearning como um sistema de aprendizagem inteligente e adaptativo, segundo o modelo de referência AHAM.
- Proposta de uma modelagem que trata de alterações nos estilos de aprendizagem de um estudante e performance utilizando a computação *fuzzy*.
- Proposta de algoritmos que realizam a adaptação segundo os critérios de adaptação descritos, utilizando uma metodologia flexível e que pode ser facilmente modificada.
- Desenvolvimento de um simulador que implementa os critérios de adaptação propostos, além de poder ser utilizado como uma ferramenta indicadora de proximidade do material de um curso a distância aos estilos de aprendizagem do estudante.
- Demonstração, por meio de simulações, que a arquitetura, a modelagem e os algoritmos propostos obtiveram bons resultados na seleção dos objetos de aprendizagem e podem ser utilizados na implementação de um novo ambiente de aprendizagem ou como um *plugin* em um ambiente já existente.

1.3 Estrutura da Tese

No Capítulo 2, é apresentada a fundamentação teórica relacionada a este trabalho. Inicia pela apresentação de um mapa conceitual, elaborado durante o desenvolvimento da pesquisa e detalha alguns conceitos, tais como *m-learning* e uma revisão da literatura, além de sistemas de aprendizagem inteligentes e adaptativos e uma revisão da literatura.

Os resultados obtidos são apresentados pelos Capítulos 3, 4, 5 e 6.

O Capítulo 3 apresenta a arquitetura AdaptMLearning, proposta com a finalidade de proporcionar adaptação, segundo alguns critérios, por exemplo, estilos de aprendizagem, preferências do estudante e dispositivo de acesso.

O uso da computação *fuzzy* na AdaptMlearning, como uma técnica para avaliar se o estudante pode ou não mudar para um outro assunto de um curso com ou sem sugestão de reforço, e a avaliação da alteração no estilo de aprendizagem do estudante é apresentada no Capítulo 4.

O Capítulo 5 descreve a metodologia utilizada na construção dos algoritmos, realiza casos de teste para avaliá-la e apresenta o pseudocódigo dos algoritmos, inseridos no módulo de adaptação da AdaptMlearning, envolvidos na seleção do material mais adequado aos critérios de adaptação propostos.

Uma descrição da construção de um simulador que avalia os algoritmos elaborados no Capítulo 5 e os dados envolvidos na arquitetura AdaptMLearning são apresentados no Capítulo 6. Finalmente, o Capítulo 7 apresenta um resumo das conclusões, os resultados significativos e propostas de trabalhos futuros.

Parte I

Fundamentação Teórica

2 Conceitos

Neste capítulo, serão apresentados os conceitos teóricos relacionados à proposta de arquitetura AdaptMLearning e uma revisão da literatura sobre *m-learning* e sistemas de aprendizagem inteligentes e adaptativos. Na Seção 2.1, é apresentado um mapa conceitual [24], elaborado durante o desenvolvimento deste trabalho, com o objetivo de identificar alguns conceitos relacionados ao tema “*Adaptive M-learning*”, foco inicial da pesquisa, bem como a ligação entre eles, além de apresentar uma breve descrição sobre alguns conceitos importantes, utilizados na AdaptMLearning. Uma fundamentação sobre objetos de aprendizagem e os padrões de catalogação, destacando o IEEE 1484.1.12 [1] são descritos na Seção 2.2. Na Seção 2.3, são apresentados alguns modelos de estilos de aprendizagem, detalhando o modelo de Felder e Silverman [25] [26], utilizado na AdaptMLearning. Aspectos conceituais e uma revisão bibliográfica, envolvendo o assunto *m-learning*, são detalhados na Seção 2.4. Na Seção 2.5, é apresentada a teoria e a revisão bibliográfica sobre sistemas de aprendizagem inteligentes e adaptativos. Por fim, na Seção 2.6, são apresentadas e discutidas algumas técnicas estudadas envolvendo o uso na implementação da adaptação na AdaptMLearning.

2.1 AdaptMLearning: conceitos fundamentais

No desenvolvimento deste trabalho, foi elaborado um mapa conceitual [24], relacionado ao tema “*Adaptive M-Learning*”, conforme ilustrado na Figura 2.1, com o objetivo de conhecer os conceitos, estabelecer a relação entre eles e aprofundar os estudos em teorias fundamentais para a elaboração da arquitetura AdaptMLearning.

No mapa conceitual, é possível observar o uso de um esquema de cores em escala de cinza, envolvendo todos os conceitos selecionados, conforme descrito na Figura 2.2. Associado ao “*Adaptive M-Learning*”, pode-se destacar os conceitos “M-Learning” e “Sistemas de Aprendizagem Adaptativos e Inteligentes” que desencadearam e motivaram a pesquisa, além dos conceitos sobre objetos de

Figura 2.1: Conceitos relacionados à temática deste trabalho.

aprendizagem, estilos de aprendizagem, conhecimentos previamente adquiridos, desempenho do estudante e técnicas de inteligência artificial.

Neste trabalho, o conceito “conhecimentos previamente adquiridos ou pré-adquiridos” (*Previously Acquired Knowledge*, no mapa) em um assunto ou em um curso, refere-se aos conteúdos que são de domínio do estudante e podem ser obtidos pela aplicação de um questionário com o objetivo de identificar o que o estudante domina [27] [28].

Além disso, o termo performance está relacionado ao resultado obtido pelos estudantes em um determinado assunto quando são avaliados ou ao tempo de permanência em um determinado tópico em estudo, como utilizado em [29]. Com base nessas medidas, é possível obter a performance do estudante e avaliar se é necessário estudar algum ponto ainda não suficientemente aprendido [27] [30] [31].

O conhecimento desses conceitos foi fundamental para o projeto da arquitetura AdaptMLearning.

Forma	Conceito
" <i>Adaptive M-Learning</i> ", o foco inicial do trabalho.
" <i>M-Learning</i> " e " <i>Intelligent and Adaptive Learning Systems</i> ", conceitos que desencadearam e motivaram a pesquisa.
Conceitos fundamentais. Esses assuntos são de conhecimento necessário para a elaboração do " <i>Adaptive M-Learning</i> ".
Conceitos relevantes, mas não fundamentais. Esses conceitos certamente serão utilizados para embasar outros conceitos e exemplificar situações práticas.
Conceito importante, mas não relevante para o foco do trabalho.

Figura 2.2: Esquema de cores para o mapa conceitual da Figura 2.1.

2.2 Objetos de aprendizagem

O termo objeto de aprendizagem refere-se a qualquer recurso, digital ou não digital, que possa ser utilizado e reutilizado no suporte ao aprendizado [1].

Exemplos de objetos são: páginas web, imagens, recursos de áudio, animações em flash, apresentação em Power Point, um jogo, um texto em *Portable Document Format* (PDF), uma avaliação eletrônica com autocorreção, etc.

Para facilitar a interoperabilidade, os objetos de aprendizagem devem ser padronizados. Alguns padrões relacionados a objetos de aprendizagem são:

- IEEE 1484.12.1 (*Learning Object Metadata* (LOM)), especificado pelo *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) [1];
- o modelo de referência *Sharable Content Object Reference Model* (SCORM), elaborado pela *Advanced Distributed Learning* (ADL) [32] [33];
- o padrão *IMS Learning Design* (IMS LD), desenvolvido pelo *IMS Global Learning Consortium* [34] [35] [36].

Neste trabalho, é utilizado o padrão internacional de metadados IEEE 1484 para a categorização dos objetos de aprendizagem.

No AdaptMLearning, o algoritmo, que proporciona a adaptabilidade, usa essa categorização.

O padrão IEEE 1484 é utilizado para categorizar os metadados dos objetos de aprendizagem tanto no modelo de referência SCORM como no padrão IMS *Learning Design* [2] [35].

2.2.1 O padrão IEEE 1484

IEEE 1484.12.1, também chamado de LOM, é um padrão internacional de metadados que existe para categorizar, indexar, recuperar, reutilizar e combinar diferentes objetos de aprendizagem e tem sua representação na linguagem *eXtensible Markup Language* (XML).

Na proposta desse padrão, há um conjunto de atributos que categorizam os objetos de aprendizagem e estão alocados em nove categorias, sintetizadas na Tabela 2.1.

Tabela 2.1: Categorias do IEEE 1484.12.1, adaptado de [1] e [2]

Categoria	Descrição	Alguns Atributos
Geral	Informações gerais.	Título, nome, idioma, descrição, palavra-chave.
Ciclo de Vida	Características relativas ao histórico e ao estado atual do objeto.	Versão, status, tipo de contribuinte-papel, entidades que contribuíram e data.
Meta-metadados	Metadados utilizados para descrever os metadados do objeto.	Identificador, contribuinte-papel, esquema de catalogação.
Técnica	Requisitos e características técnicas do objeto.	Formato, tamanho, localização, tipo de tecnologia, nome da tecnologia.
Educacional	Características educacionais e pedagógicas do objeto.	Tipo de interatividade, tipo de recurso de aprendizagem, nível de interatividade, faixa etária, dificuldade, descrição.

Continua...

Tabela 2.1 – Continuação

Categoria	Descrição	Alguns Atributos
Direitos	Direitos de propriedade intelectual e condições de uso do objeto.	Custo, direito autoral, condições de uso.
Relação	Características que definem o relacionamento entre um objeto e outros.	Natureza do relacionamento, recurso, identificação, descrição.
Anotação	Comentário sobre o uso educacional do objeto.	Entidade, data da anotação e conteúdo.
Classificação	Descreve o objeto de acordo com algum sistema de classificação predefinido.	Propósito, identificação, taxonomia, descrição, palavras-chave.

Alguns dos principais objetivos do IEEE 1484, obtidos de [2], são:

- criação de uma descrição bem definida do objeto para facilitar sua busca, localização, uso e avaliação por softwares automatizados, professores e alunos;
- compartilhamento das descrições entre sistemas de busca de recursos para oferecer serviços eficientes.

Essas categorias possuem características utilizadas para a catalogação em repositórios de objetos de aprendizagem que permitem recuperá-los por sistemas de busca ou utilizá-los nos Ambientes Virtuais de Aprendizagem, com o objetivo de compor unidades de aprendizagem.

Neste trabalho, foram selecionados alguns atributos das categorias: Geral, Técnica e Educacional. Eles descrevem detalhes dos objetos de aprendizagem que possibilitam a realização da adaptação pela arquitetura AdaptMLearning. As Tabelas 2.2, 2.3 e 2.4 apresentam: o nome dos atributos dessas categorias, a quantidade de repetições do atributo para um objeto (multiplicidade), o formato representado por um padrão ou tipo e exemplos ou valores fixos.

Tabela 2.2: Atributos da categoria geral do IEEE 1484, adaptado de [1].

Atributo	Multiplicidade	Formato	Valores/Exemplo
identifier [catalog, entry]	0-10	ISO/IEC 10646-1:2000	ISBN, 2-7342-0318
title	1	String[0-1000]	(“en”, “The life and works of Leonardo da Vinci”)
keyword	0-10	ISO-10646-1	learning object
description	0-10	ISO-10646-1	This course is designed for IT professionals responsible for implementing Java.

Tabela 2.3: Atributos da categoria técnica do IEEE 1484, adaptado de [1].

Atributo	Multiplicidade	Formato	Valores/Exemplo
format	0-40	RFC	text/html
size	0-1	ISO/IEC 10646-1:2000	1024
requirement(orCompo- site[type, name, mini- mumversion, maximumversion])	0-40	Type value[type= operating system] value[type = browser]	operating system ou browser pc-dos, ms-windows, macos, unix, multi-os ou none any, netscape commu- nicator, ms-internet ex- plorer, opera ou amaya
minimumVersion			4.7.9
= ISO/IEC 10646-1:2000			
maximumVersion			5.0
= ISO/IEC 10646-1:2000			
installation Remarks	0-1	ISO-10646-1	This activity requires the client browser to have a Macromedia Flash plugin installed.

Continua...

Tabela 2.3 – Continuação

Atributo	Multiplicidade	Formato	Valores/Exemplo
otherPlatform Requirements	0-10	ISO-10646-1	Sound card, Min. RAM: 16MB, Video card and display: at least 800 X 600 pixels x 256 colors
duration	0-1	ISO-8601:2000	Exemplo:PT1H30M

Tabela 2.4: Atributos da categoria educacional do IEEE 1484, adaptado de [1].

Atributo	Multiplicidade	Formato	Valores/Exemplo
interactivity Type	0-1		active, expositive, mi- xed
learningResource Type	0-10		exercise, simulation, questionnaire, dia- gram, figure, graph, index, slide, table, narrative text, exam, experiment, problem statement, self assess- ment, lecture
interactivity Level	0-1		very low, low, medium, high, very high
semanticDensity	0-1		very low, low, medium, high, very high
intendedEndUser Role	0-10		teacher, author, lear- ner, manager
context	0-10		school, higher educa- tion, training, other
typicalAgeRange	0-5	ISO-10646-1	18-
difficulty	0-1		very easy, easy, me- dium, difficult, very dif- ficult

Continua...

Tabela 2.4 – Continuação

Atributo	Multiplicidade	Formato	Valores/Exemplo
typicalLearning Time	0-1	Duration	PT1H30M
language	0-10	Langcode(“- ”Subcode)* Langcode: ISO 639:1988, Subcode: ISO 3166-1997	en-GB

2.3 Estilos de aprendizagem

Os estilos de aprendizagem são definidos, conforme [25], como uma preferência característica e dominante na forma pela qual as pessoas recebem e processam informações, considerando os estilos como habilidades passíveis de serem desenvolvidas.

[37] identificou 71 modelos de estilos de aprendizagem, entre os quais 13 foram classificados como os principais modelos, de acordo com a sua importância teórica, a sua utilização generalizada e sua influência sobre outros modelos de estilos de aprendizagem.

Com base nos 13 principais modelos classificados por [37], houve um aprofundamento dos estudos em quatro, são eles:

- *The Myers-Briggs Type Indicator* (MBTI) [38] [39]: baseado na teoria de Carl Jung, o modelo parte da definição de quatro dimensões que, combinadas, definem diferentes tipos psicológicos. As dimensões contendo os oito tipos psicológicos são: Extroversão x Introversão, Sensação x Intuição, Pensamento x Sentimento e Julgamento x Percepção. O modelo MBTI considera que combinando estes oito tipos psicológicos, podem-se obter dezesseis tipos de estilos de aprendizagem.
- *Kolb’s Learning Style Model* [40] [41]: é um modelo que classifica os estudantes como tendo uma preferência por: como eles adquirem a informação (experiência concreta ou conceitualização abstrata) e como eles internalizam a

informação (experimentação ativa ou observação reflexiva). Neste esquema de classificação, há quatro tipos de aprendizes: concreto e reflexivo, abstrato e reflexivo, abstrato e ativo, concreto e ativo.

- *Herrmann Brain Dominance Instrument* (HBDI) [42] [43]: o HBDI classifica os estudantes em quatro diferentes "quadrantes", baseados no funcionamento das tarefas especializadas do cérebro. Os quatro quadrantes são:
 - quadrante A: lado esquerdo do cérebro - lógico, analítico, quantitativo, fático e crítico;
 - quadrante B: lado esquerdo, límbico - sequencial, organizado, planejado detalhado e estruturado;
 - quadrante C: lado direito, límbico - emocional, interpessoal, sensorial, simbólico e cinestésico;
 - quadrante D: lado direito do cérebro - visual, holístico e inovador.
- *Felder-Silverman Learning Style Model* (FSLSM) [25] [26]: no modelo FSLSM, são classificados os estilos de aprendizagem dos estudantes em quatro dimensões: processamento (ativo/reflexivo), percepção (sensorial/intuitiva), entrada (visual/verbal) e compreensão (sequencial/global). Segundo o FSLSM, alguns aprendizes tendem a focalizar mais fatos, dados e algoritmos enquanto outros se sentem mais confortáveis com teorias e modelos matemáticos. Alguns também podem responder, preferencialmente, a informações visuais, enquanto outros conseguem mais por meio de informações verbais. Uns preferem aprender ativa e interativamente, e outros têm uma abordagem mais introspectiva e individual.

Na AdaptMLearning, optou-se pelo modelo FSLSM por ser bem estruturado, pode ser adequadamente automatizado e é o mais utilizado na construção de sistemas de aprendizagem adaptativos e inteligentes, segundo [44].

2.3.1 O modelo FSLSM

No *Felder-Silverman Learning Style Model* (FSLSM), são classificados os estilos de aprendizagem dos estudantes em quatro dimensões. As dimensões e o significado são:

- a) processamento: preferência de como o estudante processa a informação. Os seus possíveis valores são:

- ativo: uso externo da informação por meio de discussão, explicação ou uma situação concreta, prefere estudar em grupo e trabalhar em procedimentos experimentais;
 - reflexivo: exame e manipulação mental da informação, prefere o estudo individual e procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos.
- b) percepção: forma como os estudantes percebem os tipos de informação. Nessa dimensão, os valores são:
- sensorial: é detalhista e paciente, memoriza com facilidade, não aprecia surpresas nem complicações;
 - intuitiva: gosta de inovação e de complicações, é impaciente com detalhes e cálculos rotineiros e prefere criar seus próprios métodos de solução, revelando maior facilidade com símbolos.
- c) entrada: preferência do estudante de como ele melhor recebe a informação. Em entrada, têm-se os valores:
- visual: preferência à informação em forma de figuras, símbolos, gráficos, mapas etc.;
 - verbal: recebe melhor a palavra falada ou escrita.
- d) entendimento: forma como ocorre a progressão da aprendizagem de um estudante. Os possíveis valores são:
- sequencial: prefere a forma sequencial, lógica e encadeada de apresentação do conhecimento;
 - global: necessita da visão de conjunto para poder compreender os detalhes, aprendendo por partes ou aos saltos, sem uma sequência lógica preestabelecida.

Os dados iniciais dos estilos de aprendizagem podem ser obtidos através de um instrumento de diagnóstico, denominado *Index of Learning Styles* (ILS), que possui um questionário com 44 itens. Cada bloco de 11 questões representa uma dimensão. Em cada questão há duas alternativas que representam os valores possíveis daquela dimensão.

O ILS foi um instrumento criado por Felder e Soloman para a determinação dos estilos de aprendizagem e aplicado aos alunos de Engenharia Química da *North Carolina State University*, cujos resultados foram utilizados para adequar

uma sequência de disciplinas do curso às características dos estudantes. Neste trabalho, utiliza-se o ILS com a finalidade de obter o estilo de aprendizagem inicial de um estudante de qualquer curso [3].

As questões do ILS para as quatro dimensões estão ilustradas nas Tabelas 2.5, 2.6, 2.7 e 2.8.

Tabela 2.5: Questões do ILS para a dimensão processamento. A primeira alternativa representa o valor ativo e a segunda o reflexivo. Traduzido de [3].

Número da Questão e Questão	Alternativas
01. Eu entendo algo melhor depois de	a. experimentar. b. pensar sobre.
05. Quando estou aprendendo algo novo, me ajuda	a. falar sobre. b. pensar sobre.
09. Em um grupo de estudos trabalhando em uma matéria difícil, eu, mais provavelmente,	a. participo e contribuo com ideias. b. sento e escuto.
13. Em aulas que já tive,	a. usualmente, tenho conhecido a maioria dos alunos. b. raramente, tenho conhecido a maioria dos alunos.
17. Quando inicio um problema na lição de casa, é mais provável que	a. inicie trabalhando imediatamente na solução. b. tente entender completamente o problema antes.
21. Eu prefiro estudar	a. em grupo. b. só.
25. Eu, primeiramente,	a. experimento as coisas. b. penso sobre como vou fazer.
29. Eu relembro, mais facilmente,	a. algo que tenha feito. b. algo sobre o qual tenha pensado bastante.
33. Quando tenho que trabalhar em um projeto em grupo, primeiro eu quero	a. ter um “brainstorm” em grupo, onde todos contribuem com ideias. b. “brainstorm”, individualmente, e depois chegar junto como grupo para comparar ideias.
37. É mais provável que eu seja considerado	a. expansivo. b. reservado.

Continua...

Tabela 2.5 – Continuação

Número da Questão e Questão	Alternativas
41. A ideia de fazer trabalhos em grupo, com uma nota para o grupo todo,	a. atraí-me. b. não me atraí.

Tabela 2.6: Questões do ILS para a dimensão percepção. A primeira alternativa representa o valor sensorial e a segunda intuitivo. Traduzido de [3].

Número da Questão e Questão	Alternativas
02. Eu me consideraria	a. realístico. b. inovativo.
06. Se eu fosse professor, eu ensinaria um curso que	a. fosse relacionado a fatos e situações da vida real. b. fosse relacionado com ideias e teorias.
10. Eu acho mais fácil	a. aprender fatos. b. aprender conceitos.
14. Ao ler não ficção, eu prefiro	a. algo que me ensine novos fatos ou me diga como fazer algo. b. algo que me dê novas ideias para pensar.
18. Eu prefiro a ideia de	a. certeza. b. teoria.
22. É mais provável que eu seja considerado	a. cuidadoso sobre os detalhes de meu trabalho. b. criativo sobre como faço meu trabalho.
26. Quando leio por prazer, eu gosto que os autores,	a. claramente, digam o que pensam. b. digam coisas de formas criativas, interessantes.
30. Quando tenho que realizar uma tarefa, eu prefiro	a. especializar em uma forma de fazer. b. trazer novas formas de fazer.
34. Eu considero uma alta admiração chamar alguém de	a. sensível. b. imaginativo.
38. Eu prefiro cursos que enfatizem	a. matéria concreta (fatos, datas). b. matéria abstrata (conceitos, teorias).

Continua...

Tabela 2.6 – Continuação

Número da Questão e Questão	Alternativas
42. Quando estou fazendo longos cálculos,	a. tendo a repetir todos os passos e verificar meu trabalho cuidadosamente. b. eu acho cansativo verificar e tenho que me forçar a fazê-lo.

Tabela 2.7: Questões do ILS para a dimensão entrada. A primeira alternativa representa o valor visual e a segunda o valor verbal. Traduzido de [3].

Número da Questão e Questão	Alternativas
03. Quando penso sobre o que fiz ontem, é mais provável que obtenha	a. uma imagem. b. palavras.
07. Eu prefiro buscar por novas informações em	a. quadros, diagramas, gráficos ou mapas. b. direções escritas ou informação verbal.
11. Em um livro cheio de ilustrações e tabelas, eu, provavelmente,	a. olhe as ilustrações e tabelas cuidadosamente. b. foque no texto escrito.
15. Gosto de professores	a. que colocam um monte de diagramas na lousa. b. que passam um bom tempo explicando.
19. Eu me lembro melhor	a. do que vejo. b. do que escuto.
23. Quando eu pego indicações para um novo local, eu prefiro	a. um mapa. b. instruções escritas.
27. Quando vejo um diagrama ou um rascunho na aula, sou mais propenso a relembrar	a. da figura. b. do que o instrutor falou sobre ela.
31. Quando alguém está me mostrando dados, eu prefiro	a. tabelas e gráficos. b. texto sumarizando os resultados.

Continua...

Tabela 2.7 – Continuação

Número da Questão e Questão	Alternativas
35. Quando encontro pessoas em uma festa, é mais provável que me lembre	a. de sua fisionomia. b. do que disseram de si próprio.
39. Para entretenimento, eu prefiro	a. assistir televisão. b. ler um livro.
43. Eu tendo a ter uma imagem de lugares em que estive,	a. facilmente, e, razoavelmente, correta. b. com dificuldade e sem muito detalhe.

Tabela 2.8: Questões do ILS para a dimensão entendimento. A primeira alternativa representa o valor sequencial e a segunda global. Traduzido de [3].

Número da Questão e Questão	Alternativas
04. Minha tendência é	a. entender detalhes de um objeto, mas ficar confuso sobre sua estrutura geral. b. entender a estrutura geral, mas ficar confuso sobre detalhes.
08. Uma vez que tenha entendido	a. todas as partes, eu entendo todo o resto. b. o todo, vejo como as partes se encaixam.
12. Quando resolvo problemas de matemática,	a. usualmente, trabalho nas soluções com um passo de cada vez. b. no geral, eu simplesmente vejo a solução, mas tenho dificuldades em descobrir os passos para obter os resultados.
16. Quando estou analisando uma história ou um romance,	a. Eu penso nos incidentes e tento juntá-los para descobrir os temas. b. Eu simplesmente conheço quais são os temas quando termino a leitura e então tenho que voltar para encontrar os incidentes que os demonstrem.

Continua...

Tabela 2.8 – Continuação

Número da Questão e Questão	Alternativas
20. É mais importante para mim que um instrutor	a. apresente a matéria em passos claros e sequenciais. b. me dê um quadro geral e relacione à matéria a outras matérias.
24. Eu aprendo	a. a um ritmo razoavelmente regular. Se estudo duro, eu “chego lá”. b. em começos e recomeços. Eu fico totalmente confuso e, repentinamente, tudo “fica claro”.
28. Quando considerando um corpo de informações, sou mais propenso a	a. focar nos detalhes e perder a ideia geral. b. tentar entender a ideia geral antes de entrar em detalhes.
32. Quando escrevendo um trabalho, eu prefiro	a. trabalhar (pensar sobre ou escrever) no começo e ir avançando. b. trabalhar (pensar sobre ou escrever) em diferentes partes do texto e depois ordená-lo.
36. Quando aprendendo sobre uma nova matéria, eu prefiro	a. fixar o foco na matéria, aprendendo o máximo que puder. b. tentar fazer conexões entre a matéria e itens a ela relacionados.
40. Alguns professores iniciam suas aulas com uma visão geral do que será apresentado. Essa visão geral	a. de certa forma me ajuda. b. ajuda muito.
44. Quando resolvendo problemas em grupo, eu sou mais propenso a	a. pensar nos passos do processo de solução. b. pensar nas possíveis consequências ou aplicações da solução em um grande leque de áreas.

Após a aplicação do ILS, é apresentado o resultado do estilo de aprendizagem inicial variando de 1 a 11 no valor específico da dimensão, ilustrado na Figura 2.3.

Figura 2.3: Resultado obtido na aplicação do instrumento de diagnóstico ILS.

Na Figura 2.3, pode-se observar alguns intervalos para os valores dos estilos, indicando o grau de preferência em cada dimensão. Então, segundo [25], se o estudante está entre:

- 1-3, ele é, relativamente, bem balanceado nos dois valores da escala;
- 5-7, tem uma moderada preferência por um valor da escala e aprenderá mais facilmente em um ambiente educacional que o favoreça;
- 9-11, tem uma forte preferência por um valor da escala, indicando que ele poderá ter reais dificuldades aprendendo em um ambiente que não suporte essa preferência.

A lógica utilizada para encontrar o estilo de aprendizagem inicial é simples, similar ao algoritmo ilustrado na Figura 2.4. Com base nesse algoritmo, observa-se que somente é possível termos valores ímpares, variando de 1 a 11 para um valor específico em uma dada dimensão.

```

Algoritmo Obter o Estilo de Aprendizagem Inicial do estudante
início
    constante TOT_LS = 4;
    constante QTDE_RESPOSTAS_POR_PERGUNTA = 2;
    constante SENTIDO_DIMENSAO = 2;
    constante TOTAL_PERGUNTAS = 44;
    constante TOTAL_PERGUNTAS_POR_DIMENSAO = 11;

    inteiro respostas[TOTAL_PERGUNTAS];
    // 1=processing, 2=perception, 3=input, 4=understanding
    inteiro dimensaoEstilo[TOT_LS][SENTIDO_DIMENSAO];
    inteiro vLS[TOT_LS][QTDE_RESPOSTAS_POR_PERGUNTA];

    // o estudante realiza o teste do ILS com 44 questões
    para i ← 0 ate TOTAL_PERGUNTAS - 1 faça
        // 0 = alternativa 'a' ou 1= alternativa 'b'
        leitura (respostas[i]);

    // para todas as questões de uma dada dimensão
    para i de 0 ate TOTAL_PERGUNTAS-1 faça
        // adiciona-se um ao valor da alternativa selecionada;
        vLS[ i mod TOT_LS][respostas[i]]++
    fim-para

    // obtém-se o resultado do estilo para cada dimensão
    para i de 0 até TOT_LS-1 faça
        // inicializa dimensao
        dimensaoEstilo[i][0] ← 0;
        dimensaoEstilo[i][1] ← 0;
        // subtrai-se o menor valor obtido do maior
        // atribui-se o resultado da subtração ao maior valor
        se (v[i][0] > v[i][1]) então
            dimensaoEstilo[i][0] ← (v[i][0] - v[i][1])
        senão
            dimensaoEstilo[i][1] ← (v[i][1] - v[i][0])
        fim-se
    fim-para
fim

```

Figura 2.4: Algoritmo para obter o Estilo de Aprendizagem Inicial do estudante.

2.4 *Mobile learning*: conceitos e revisão bibliográfica

O rápido desenvolvimento da infraestrutura sem fio e o amplo uso dos dispositivos móveis, como celulares, *smartphones*, *tablets*, *netbooks* e *notebooks*, permite que pessoas utilizem essas tecnologias para várias finalidades, tais como conversar com outras pessoas, enviar mensagens de texto, guardar informações para acesso rápido, utilizar diversos tipos de aplicativos, acessar informações pela Internet, assistir a vídeos, etc.; fazendo com que esses dispositivos sejam parte integrante da vida diária das pessoas [45] [46].

Esse fato faz com os dispositivos móveis sejam pesquisados como uma Tecnologia da Informação e da Comunicação (TIC) a ser utilizada na educação. Conforme [47] e [48], aprender com o uso de dispositivos móveis tem a vantagem de receber conteúdo educacional no momento em que ele é realmente necessário, ou quando o estudante percebe que é possível estudar, proporcionando uma aprendizagem a qualquer hora ou lugar, mesmo quando em movimento, aproveitando, inclusive os horários livres, tais como espera em uma fila ou locomoção em um meio de transporte.

O termo *mobile learning* ou m-learning combinado com o desenvolvimento da educação moderna e os pontos de vista de estudiosos é definido em [49] como uma nova forma de aprendizagem, utilizando a rede móvel e ferramentas, ampliando o canal digital de aprendizagem, a obtenção de informações educacionais, recursos e serviços educativos a qualquer momento ou lugar, tendo como características: conveniência de aprendizagem, ensino personalizado e associação de contexto.

Algumas questões sobre a aprendizagem móvel são semelhantes às áreas de e-learning, como a falta de contato entre alunos e professores, questões de isolamento e os problemas de suporte técnico [50]. Embora, dependendo do dispositivo, as principais restrições para a aprendizagem móvel estejam associadas ao tamanho reduzido do dispositivo como, por exemplo: o tamanho da tela que é muito pequeno para a leitura; poder de processamento; interfaces de usuário que não são *user-friendly*, especialmente, nos celulares; diversidade de dispositivos móveis, na qual as tendências mudam rapidamente; e entrada lenta de texto [50] [51] [19].

Um experimento realizado por [52] compara o desempenho na digitação de assuntos, contendo caracteres do alfabeto aleatórios, utilizando teclados de software em dispositivos móveis *touch screen* e teclados de hardware com públicos

de diferentes idades e verificou que teclados de hardware apresentaram desempenho, significativamente, melhor na velocidade de digitação, menores taxas de erro e melhor usabilidade. Outro experimento descrito em [53], cita o tamanho e a quantidade de conteúdo limitada, apresentada nos dispositivos, dificultando a leitura.

Uma pesquisa, realizada em [54] com 76 estudantes, fez um estudo comparativo entre o poder de retenção de conteúdo em diferentes meios, no qual um grupo desses alunos ficaram sentados estudando em um computador de mesa e outro grupo estudando em um dispositivo móvel em movimento e observaram que o poder de retenção dos alunos que estavam sentados foi significativamente maior.

No intuito de minimizar aspectos de limitação de armazenamento de memória e processamento limitado dos dispositivos, [55] [56] propõem o uso de *cloud computing* [57] na elaboração de arquiteturas para *m-learning*, visto que com *cloud computing*, pode-se acessar os recursos, sem oferecer maiores encargos de armazenamento e processamento ao dispositivo do estudante.

Para superar alguns dos desafios que enfrentam muitos projetos de *m-learning*, [58] e [59] sugerem a integração de ferramentas móveis de aprendizagem com as plataformas de e-learning, visto que essa extensão poderia aumentar o alcance do *m-learning*, já que muitas instituições de ensino usam alguma plataforma de e-learning, como o Blackboard [7] e o Moodle [8]. De acordo com [60], aplicações de aprendizagem móveis são mais poderosas quando estão ligadas à *Learning Management System* (LMS) de instituições compatíveis com dispositivos móveis.

Alguns pesquisadores [61] sugerem o *m-learning* com o dispositivo, fazendo uma única conexão ao servidor para transferir e armazenar o que é necessário para a maior parte do processo de aprendizagem, com capacidade de funcionar com um mínimo ou nenhuma ligação durante longos períodos de tempo e, nesse caso, o dispositivo móvel se transforma em um pequeno computador sem função de comunicação, similar ao que é realizado nos trabalhos [62] [63] [64] [65] que fazem uso do MLE-Moodle [66].

Os dispositivos móveis, como os telefones celulares, são amplamente usados em países ricos e pobres, ao contrário do que acontece com outras TIC's cita [59]. Além disso, a expansão da telefonia móvel nos países pobres representa uma oportunidade para lutar contra a exclusão digital e permitir uma inclusão educacional.

No entanto, [46] descreve que ainda existem desafios a superar para conseguir uma adoção generalizada da aprendizagem móvel. Um deles é o alto custo monetário associado ao fornecimento de conteúdo educacional por meio de redes sem fios, especialmente, quando conteúdos multimídia são transmitidos, pois têm um tamanho grande se comparados com outros tipos de mídia como, por exemplo, texto. [46] também apresenta uma proposta de entrega de conteúdo educacional contextualizado, envolvendo o uso de conteúdos com dois tipos de qualidades de definição da imagem e, conseqüentemente, diferentes tamanhos e custos.

Em [20] e [67] é evidenciado que o uso de dispositivos móveis para a aprendizagem está ficando cada vez mais popular. Entretanto, a fim de fornecer aos alunos materiais adequados de aprendizagem em tais configurações móveis, as características dos alunos e o contexto devem ser considerados.

Alguns exemplos de sistemas de *m-learning* são:

- sistemas para o estudo de línguas estrangeiras, especialmente, o estudo da língua inglesa, como descrito em [45] [68] [69] [70];
- um sistema de aprendizagem móvel de vídeo para telefone celular, desenvolvido pela Universidade Aberta do Japão, com o objetivo de responder às necessidades e expectativas dos seus alunos em assistir aos vídeos das aulas nesses dispositivos [71];
- uma ferramenta de sumarização automática de textos com o objetivo de ajudar os alunos móveis a recuperar, processar e ler informações na Internet mais rapidamente [72].

[73] destaca que o sucesso da implementação e aceitação do *m-learning* depende, em parte, da usabilidade e simplicidade das aplicações.

Aprendizagem móvel pode proporcionar aos alunos um maximizador na autonomia da aprendizagem, e também pode fornecer aos instrutores e administradores de educação um ensino e métodos de gestão mais flexíveis [74].

Segundo [49], a aprendizagem móvel é uma combinação de tecnologia de computação móvel e as tecnologias digitais de aprendizagem, que representa a direção do desenvolvimento da educação a distância no futuro.

2.5 Sistemas de aprendizagem adaptativos e inteligentes

2.5.1 Conceitos

Segundo [27], Sistemas de Aprendizagem Adaptativos e Inteligentes visam proporcionar aos alunos um ambiente que se adapta, de forma inteligente, às suas necessidades, apresentando informações adequadas, material de aprendizagem, oferecendo retorno e recomendações com base em suas características e situação individuais, e, por esse fato, ajudam a apoiar os alunos e tornam a aprendizagem mais fácil.

Nesse contexto, conforme [27], o termo “adaptativo” refere-se à funcionalidade do sistema fornecer, automaticamente, diferentes experiências de aprendizagem para alunos com diferentes características e necessidades. Um sistema adaptativo considera, por exemplo, o conhecimento prévio do aluno, preferências, objetivos de aprendizagem, estilos de aprendizagem e habilidades cognitivas.

O termo “inteligente”, ainda segundo [27], significa que os sistemas utilizam técnicas de inteligência artificial, a fim de dar suporte às necessidades dos alunos, identificando as suas características e/ou situação.

Dentre esses sistemas, há os Sistemas Educacionais Hipermedia Adaptativos (AEHS), sistemas voltados para a Internet, que podem gerar e proporcionar experiências de aprendizagem personalizadas para um aluno [75] [76].

Uma definição lógica dos AEHS foi fornecida por [77] introduzindo a quádrupla (ES, UM, OBS, AM), a saber:

- O Espaço do Conhecimento (ES), que contém dois subespaços:
 - O Espaço da Mídia (EM) composto de recursos educacionais e informações descritivas associadas (por exemplo, atributos de metadados, atributos de uso, etc.);
 - O Modelo de Domínio (MD) contendo uma descrição da estrutura do conhecimento do domínio e os objetivos de aprendizagem associados.
- O Modelo de Usuário (UM), que descreve as informações e dados sobre um estudante individual, como seu status de conhecimento, estilo de aprendizagem, etc. O UM contém dois submodelos distintos, um que representa o estado de conhecimento do aluno e outro que representa as características

cognitivas do aluno e as preferências de aprendizagem (como estilo de aprendizagem, a capacidade de memória de trabalho, etc.).

- As observações (OBS) que representam os resultados das interações do aluno pelo monitoramento do AEHS em tempo de execução. Exemplos típicos são: se um aluno visitou um recurso, a quantidade de tempo gasto interagindo com um recurso, etc. As observações relacionadas com o comportamento do aluno são usadas para atualizar o UM.
- O Modelo de Adaptação (AM), que contém as regras que descrevem o comportamento dos AEHS em tempo de execução. Tipicamente, essas regras incluem a Regras de Seleção de Conceito que são usadas para selecionar conceitos adequados ao MD. Isso indica que são empregadas para selecionar os recursos apropriados com base no EM, bem como, as regras de sequenciamento, para a geração de caminhos apropriados de aprendizagem (sequências de objetos de aprendizagem) para um determinado aluno.

Dentre alguns AEHS, têm-se *MultiAgent System-PLAtaforma de Nueva Generación* (MAS-PLANG) [15], *Adaptive Hypermedia for All!* (AHA!) [78], *Knowledge on Demand* (KOD) [79], *The Personal Reader* [80], *Web Based Intelligent Design Tutoring System* (WINDS) [81], *Adaptive Course Construction Toolkit* (ACCT) [82], *Intelligent System for Personalized Instruction in a Remote Environment* (INSPIRE) [83], que são baseados no Modelo de Aplicação Hipermídia Adaptativa (AHAM) [84].

AHAM é um modelo de referência para sistemas baseados em hipertexto, projetados como aplicações adaptativas, com propósitos educacionais para Internet [85].

O AHAM tem duas camadas, são elas:

- a camada de execução que trata da adaptação, da apresentação do conteúdo educacional e do rastreamento do comportamento do aluno (OBS);
- a camada de design que armazena as informações sobre EM, MD, UM e AM.

Alguns AEHS tratam da adaptação pelo estilo de aprendizagem, como o LS-PLAN [13], MAS-PLANG [15], AHA! [78], ADAPTApplan [86], iLearn [87], EDUCA [88], LearnFit [89] e UZWEBMAT (abreviação turca de *Adaptive and Intelligent WEB based MAThematics teaching-learning system*) [90] e, na sua

maioria, tem somente essa variável como critério de adaptação, como descreve [91].

Nos AEHS, uma das formas mais comuns para a seleção de conteúdo adaptativo é o uso de palavras-chave, conforme descreve [85], que são utilizadas para pesquisar e recuperar objetos de aprendizagem associados aos conteúdos a serem estudados por um estudante.

Um aspecto a ser considerado nos sistemas adaptativos é o sequenciamento dos objetos de aprendizagem para o estudo [85] [92], sendo classificado em duas categorias:

- Sequenciamento que planeja o caminho completo da aprendizagem no início do estudo, em seguida, modifica, quando o estudo não tem o sucesso esperado. Alguns exemplos de propostas que utilizam esse sequenciamento são o LS-PLAN [13], *Dynamic Courseware Generation* (DCG) [93], o trabalho de sequenciamento, baseado em raciocínio [94] e o sistema *Intelligent Web Teacher* (IWT) [95].
- Sequenciamento obtido de forma implícita, passo a passo, através de técnicas adaptativas de apoio à navegação que obtém, a cada etapa, o objeto a ser estudado, como os sistemas AHA! [17] e ELM-ART [96].

Os AEHS também estão avaliando, além dos aspectos discutidos anteriormente, a adaptação ao contexto do estudante, por exemplo, preferências, hardware do dispositivo de estudo, local de estudo, disponibilidade de tempo para estudar, iluminação do local utilizado para estudo, etc., especialmente, quando trabalham com plataformas móveis [12] [20] [68] [69] [97] [98].

Descrevendo, brevemente, alguns AEHS, tem-se:

- MAS-PLANG é um projeto que foi desenvolvido pela Universidade de Girona na Espanha, funcionando como um sistema tutor inteligente e adaptativo que utiliza sistemas multiagentes com o objetivo de selecionar material instrucional para o estudante personalizado ao seu estilo de aprendizagem segundo o modelo FSLSM e também leva em consideração o conhecimento atual [15].
- *Style-based Ant Colony System* (SACS) [16] é um sistema baseado no modelo de estilo de aprendizagem VARK que utiliza o questionário VARK para determinar o estilo de aprendizagem do estudante e selecionar o material a ser apresentado de acordo com o seu estilo.

- O sistema AHA! infere as preferências do aluno correspondente ao seu estilo de aprendizagem por meio do seu comportamento de navegação e interação no sistema (técnica chamada de inferência ou estratégia de monitoramento) e apresenta o material mais adequado a preferência do estudante [17] [18].
- O sistema apresentado em [95] é baseado no modelo FSLSM e utiliza valores *fuzzy* para estimar a preferência do estudante nas quatro dimensões do modelo. Inicialmente, o sistema utiliza o questionário ILS ou é fornecido um valor inicial que é, automaticamente, atualizado dos resultados obtidos pelo estudante em testes em cada fase do curso.

2.5.2 Revisão da literatura e o estado da arte

Nessa seção, é apresentada uma revisão da literatura envolvendo os sistemas adaptativos. Com base dessa revisão, foi possível observar as pesquisas realizadas sobre o assunto e o estado da arte, associado ao seu desenvolvimento.

Os trabalhos [20] [45] [90] [97] [99] [100] [101] [102] relatam sistemas adaptativos que realizam a adaptação associada aos estilos de aprendizagem mediante à obtenção dos estilos por um questionário, permanecendo esse estilo de forma estática na seleção do material para estudo de um curso. No entanto, os trabalhos [31] [103] [104] [105] obtêm os estilos pela interação dos estudantes no ambiente utilizando, em alguns casos, a análise probabilística e fazendo atualização dinâmica do estilo.

Os modelos de estilos de aprendizagem encontrados em alguns artigos foram:

- *Kolb's Learning Style Model* [40] no trabalho [99];
- *The MyersBriggs Type Indicator* (MBTI) [38] no trabalho [89];
- *FelderSilverman Learning Style Model* (FSLSM) [25] nos trabalhos [20] [31] [45] [95] [97] [100] [101] [103] [104] [105]; e
- outros, como o *Visual-Auditory-Kinesthetic Model* (VAK) [106] nos trabalhos [16] [87] [90] e o *Learning-Style/Teaching-Style Assessment Model* [107] no trabalho [47].

Os estudos de [108] e [109] apontam que o modelo FSLSM é o mais indicado para implementação em sistemas adaptativos.

Todavia, [91] questiona o valor pedagógico de estilos de aprendizagem. Segundo [91], alguns poucos AEHS comprovam a melhora na aprendizagem e satisfação dos estudantes e menciona que a investigação sobre essa possível melhoria deve continuar, especialmente, na construção de um AEHS, pois muitos implementam os estilos de aprendizagem como uma forma de adaptação, porém não os utilizam com alunos em uma situação real.

Em [102], encontra-se um estudo que avalia o uso de simulações com estudantes, contendo estilo de aprendizagem (FSLSM) diferentes, avaliando ganhos na aprendizagem dos estudantes por meio de um sistema adaptativo em dispositivos móveis e foi verificado que não houve correlação estatística significativa que sustente um maior ganho de aprendizagem para determinados estilos de aprendizagem. Porém, [110] fez uma revisão de literatura com foco nos benefícios educacionais oferecidos aos alunos quando os ambientes adaptativos personalizam a experiência de aprendizagem incorporando os estilos de aprendizagem e enfatizando a sua importância.

Os trabalhos pesquisados que abordam sistemas adaptativos somente para e-learning são [11] [13] [14] [31] [79] [85] [90] [91] [92] [97] [98] [99] [101] [102] [103] [104] [105] [110] [111] [112] [113] [114] [115] [116] [117] [118] [119] [120] [121].

A implementação de sistemas adaptativos para dispositivos móveis, proporcionando o *m-learning*, é uma realidade. Segundo [47], com uma variedade de ferramentas e recursos sempre disponível, aprendizagem móvel oferece opções acrescidas para a personalização da aprendizagem e como os alunos aprendem através de vários métodos - por ouvir, ver, memorizar, visualizar, refletir e agir a aprendizagem móvel adaptável pode personalizar cursos para atender as necessidades individuais.

Com os dispositivos móveis, além do uso da adaptação pelos estilos de aprendizagem, cresce o uso da adaptação, associada ao contexto do usuário envolvendo, por exemplo, hardware do dispositivo, limitação da conexão de rede, local de estudo, tempo disponível, nível de concentração/conhecimento sobre os assuntos a serem estudados, etc. Segundo [122], a adaptação por contexto em dispositivos móveis, pode melhorar a usabilidade do material em estudo.

Algumas pesquisas com *m-learning* adaptativo, que seleciona material para estudo, adaptando somente aos estilos de aprendizagem do estudante são [47] e [102].

Outros trabalhos que fazem uso ou não dos estilos de aprendizagem, mas

levam em consideração o contexto como critério de adaptação em dispositivos móveis são [12] [20] [28] [45] [58] [68] [69] [72] [97] [100] [122] [123] [124] [125] [126] [127] [128] [129].

Algumas técnicas de inteligência artificial, utilizadas para a realização de adaptação nos AEHS e apresentadas em alguns trabalhos pesquisados são:

- redes neurais [88] [128];
- lógica fuzzy [15] [95] [114] [118] [119][128];
- redes bayesianas [89] [120] [121];
- colônia de formigas [120];
- aprendizagem de máquinas [47] [113] [128] [130];
- sistemas multi-agente [15];
- lógica probabilística [72].

Além disso, [14] [45] [98] [125] [131] [132] [133] [134] [135] descrevem o uso de ontologias e web-semântica na definição do modelo do usuário e do espaço das mídias, auxiliando na seleção do material para estudo.

Algumas pesquisas abordam o sequenciamento dos objetos de aprendizagem em plataformas adaptativas com o objetivo de preservar os pré-requisitos para os cursos utilizando regras de adaptação para o sequenciamento direto, como implementado em [104], ou fazendo uso de ontologias para o sequenciamento semi-automático como em [85] [92] [120].

Em grande parte das pesquisas, os AEHS são projetados e implementados como um ambiente autônomo de aprendizagem, porém [104] apresenta uma proposta que implementa adaptação de material aos estilos do estudante na plataforma Moodle [8] e [123] realiza o desenvolvimento de adaptação, associada ao contexto do usuário, utilizando um dispositivo móvel no MLE-Moodle [66], por meio da autenticação de usuários utilizando *Quick Response-CODE* (QR-CODE) em locais específicos, recebendo conteúdo adaptável associado a sua localização, como por exemplo, a entrega de material adequado ao estudo de botânica em um parque.

A maioria dos sistemas adaptativos são de caráter geral, no entanto, alguns são projetados com finalidades específicas, como o estudo de línguas [14] [58] [68] [69] [111] [114] e o estudo de matemática [90].

No estudo realizado por [91], em diversos artigos sobre sistemas adaptativos AEHS, foram apresentados resultados consistentes e promissores sobre o seu uso, a saber:

- podem afetar, positivamente, o desempenho dos alunos;
- possibilitam melhora nos resultados da aprendizagem;
- são facilitadores nos processos de aprendizagem;
- têm bons níveis de satisfação por parte dos alunos;
- são sistemas *user-friendly* e úteis; e
- a maioria dos estudantes aceita as recomendações dos sistemas adaptativos.

Todavia, nessa mesma pesquisa, realizada por [91], alguns trabalhos relataram que não foram observados efeitos significativos sobre os resultados da aprendizagem.

Outro aspecto discutido em [29] e [112], é a incorporação de métodos educacionais e características pedagógicas durante o projeto de um AHES, para obter um impacto educacional eficaz sobre os alunos.

2.6 Possíveis técnicas de adaptação

Nesta seção, serão expostas algumas técnicas estudadas sobre otimização e inteligência computacional com o objetivo de avaliar e verificar a viabilidade do seu uso na construção de um algoritmo responsável pela realização da adaptação no AdaptMLearning.

Essas técnicas foram selecionadas por acreditar no seu potencial para a realização da adaptação e pelo interesse do pesquisador em melhor conhecê-las.

Nas subseções, a seguir, serão descritas as técnicas: computação *fuzzy*, algoritmos genéticos, otimização por colônia de formiga e teoria dos grafos, mais especificamente álgebra de caminhos proposta em [136], e realizada uma discussão do uso dessas técnicas na arquitetura AdaptMLearning.

2.6.1 Computação *Fuzzy*

A computação *fuzzy* utiliza a teoria ou lógica *fuzzy* para construir núcleos de decisão computacionais que obtêm conclusões concretas com base em informações

imprecisas, incertas e vagas [137].

Lógica *fuzzy* é uma lógica não padrão, elaborada por Lofti A. Zadeh em 1965, na qual é possível capturar informações imprecisas, descritas em linguagem natural, e convertê-las para um formato numérico representando expressões que, usualmente, não podem ser tratadas pelos sistemas de lógica clássica [137] [138].

As informações imprecisas são baseadas em aspectos qualitativos e, normalmente, expressam os conhecimentos em linguagem natural de um especialista, tais como: alto, muito alto, baixo, muito muito baixo. A teoria ou lógica *fuzzy* possibilita a elaboração de operações matemáticas sobre essas informações, realizando uma computação com palavras [139].

A computação *fuzzy* é uma forma de atuar em sistemas humanísticos, ou similares, e cuja complexidade é comparável a sistemas dessa natureza [139].

Os sistemas, que implementam a lógica *fuzzy*, utilizam um conjunto de regras “se <premissa> então <conclusão>”, baseadas em variáveis linguísticas, que representam um conjunto *fuzzy*, o qual varia em uma faixa gradual entre 0 (totalmente não membro) e 1 (totalmente membro) denominada transição. A transição é representada por uma função de pertinência que gera um número dentro do intervalo 0 a 1.

De forma resumida, segundo [138], os sistemas *fuzzy* devem oferecer a capacidade de:

- 1) definir variáveis e conjuntos *fuzzy*;
- 2) definir regras “se <premissa> então <conclusão>” e operadores lógicos que manipulam as variáveis *fuzzy*;
- 3) fazer inferências utilizando as regras;
- 4) oferecer diferentes métodos que convertam os dados *fuzzy* para valores numéricos.

Na figura 2.5, pode-se visualizar o modelo computacional da etapa de inferência *fuzzy* para uma aplicação.

Na Figura 2.5, também identifica-se a fase de fuzificação, na qual, por meio de entradas precisas (numéricas), efetua-se um mapeamento desses dados para as variáveis linguísticas de entrada e suas respectivas etiquetas linguísticas com seus graus de pertinência. Após a fuzificação, é realizado o processo de inferência por

Figura 2.5: Etapa de inferência *fuzzy*: modelo computacional para uma aplicação.

meio de regras no formato IF-THEN. Em seguida, ocorre a defuzzificação, no qual o mapeamento das ações linguísticas de controle sobre um universo de discurso numérico, ou não *fuzzy* é realizado.

O processo de inferência *fuzzy* pode ser realizado pelos métodos de inferência: Mandani, Produto de Larsen, Tsukamoto ou Sugeno [140].

Há dois métodos de defuzzificação: média dos máximos e centro de área ou gravidade da função inferida [140].

2.6.2 Algoritmos Genéticos

Os algoritmos genéticos constituem uma técnica de busca e otimização que se baseia no princípio Darwiniano de reprodução e sobrevivência dos indivíduos mais aptos [141] [142].

Esses princípios são imitados na construção de algoritmos computacionais que buscam uma melhor solução para um determinado problema, por meio da evolução de populações de indivíduos, codificadas por meio de cromossomas artificiais.

Nos algoritmos genéticos, o cromossoma é uma estrutura de dados que representa uma das possíveis soluções do espaço de busca do problema, que é submetido

a um processo evolucionário que envolve: avaliação, seleção, recombinação sexual (*crossover*) e mutação.

Após vários ciclos de evolução, a população deverá conter indivíduos mais aptos. Um dos possíveis parâmetros empregados como um critério de parada é o número de gerações, representado pelo número de ciclos de evolução.

Um pseudocódigo básico para os algoritmos genéticos é fornecido na Figura 2.6.

```
t ← 0;    // indica a primeira geração
inicializa população de indivíduos;
avalia a população;
enquanto uma condição de parada não é satisfeita
início
    realiza mutação na população;
    avalia a população;
    seleciona os indivíduos mais aptos;
    t ← t + 1; // indica próxima geração evoluída
fim
```

Figura 2.6: Pseudocódigo básico para os algoritmos genéticos.

2.6.3 Otimização por Colônia de Formigas

[143] propôs uma nova abordagem heurística multiagente, denominada *Ant Algorithm*, no início da década de 90, demonstrando que o comportamento de seguir uma trilha de feromônio, depositado por formigas, poderia ser utilizado para a solução de problemas de otimização [144].

O *Ant Algorithm*, originalmente aplicado ao problema do caixeiro viajante, foi estendido e modificado por vários pesquisadores, aumentando o seu desempenho, tendo sido aplicado a outros problemas de otimização e busca. As modificações no *Ant Algorithm* resultaram na meta-heurística *Ant Colony Optimization*.

A ideia básica da *Ant Colony Optimization* é a de que um grande número de agentes simples e artificiais são capazes de construir boas soluções para problemas de otimização combinatória difíceis, via comunicações de baixo nível [143].

Se uma formiga tem que optar por diferentes caminhos, seleciona com maior probabilidade aqueles que foram mais escolhidos previamente por outras formigas,

afinal depositam maior quantidade de feromônio, fato esse, que favorece a escolha.

As formigas artificiais são implementadas como processos paralelos, cujo objetivo é construir soluções de um problema, usando um algoritmo guiado por uma combinação de feromônio artificial; dados do problema, e; uma função heurística para avaliar a sua continuação ou término.

2.6.4 Álgebra de Caminhos: Teoria dos Grafos

Em [136], foi realizada uma proposta para uma nova álgebra de caminhos sobre grafos orientados e ponderados como uma abordagem para o problema da análise de convergência dos algoritmos de roteamento *hop-by-hop* mono/multi-restritivo.

Nessa proposta, define-se uma estrutura matemática $(M, F, S, \leq ML)$, na qual:

- M é um conjunto de métricas de roteamento, que segundo uma estratégia de otimização, pode ser qualquer atributo ou característica que se analisa na escolha do melhor caminho em uma rede;
- F é um conjunto de funções de combinação de métricas;
- S é um conjunto de operações binárias que são aplicadas sobre os valores das métricas-combinadas dos enlaces ao longo de um caminho; e;
- $\leq ML$ é uma relação de ordenação léxica multidimensional, utilizada para ordenar os diferentes caminhos existentes entre dois nós de uma rede.

A nova álgebra de caminhos pode ser aplicada para a solução de alguns problemas, tais como a modelagem do problema de busca do melhor caminho em função da relação atenuação/ganho em uma rede DWDM (*Dense Wavelength Division Multiplexing*), com configuração automática de comprimentos de onda e de ajuste de potência, o qual é limitado pelo intervalo de operação dos transmissores/receptores da rede.

2.6.5 Discussão

Os algoritmos genéticos poderiam ser utilizados para buscar os objetos de aprendizagem que melhor se adaptam às características do estudante e ao dispositivo móvel, entretanto, a inicialização da população inicial e a escolha do critério de parada mais adequado são elementos complicadores.

A otimização por colônia de formigas utiliza elementos simples e artificiais. No caso formigas artificiais, que em conjunto encontram boas soluções para diversos tipos de problemas complexos. Neste trabalho, identifica-se um processo de busca com certo grau de complexidade, visto que o repositório de objetos de aprendizagem tem características dinâmicas que alteram a quantidade de objetos periodicamente. Assim, essa técnica poderia ser útil, no entanto, o ponto crítico é determinar o que é o feromônio.

A elaboração do algoritmo de adaptação trata-se de um problema de busca de objetos de aprendizagem que melhor se adequam às características do estudante e do dispositivo, mas não foi possível modelar o problema como um grafo para possibilitar o uso dessa técnica e, dessa forma, encontrar melhores caminhos. Mesmo assim, a ideia da relação de ordenação léxica multidimensional na organização do espaço de soluções foi utilizada na ordenação dos estilos de aprendizagem pelo critério de votação.

A computação *fuzzy* é uma técnica que atua em sistemas complexos e obtém conclusões concretas com base em informações imprecisas, incertas e vagas. Nesse sentido, AdaptMLearning é um sistema complexo que aborda informações linguísticas imprecisas, incertas e vagas, tais como: o estilo de aprendizagem. Além disso, os sistemas de aprendizagem adaptativos descritos em [15], [114], [118], [119] e [128] utilizaram essa técnica para adaptação dos estilos de aprendizagem.

Por este fato, neste trabalho, foi selecionada a computação *fuzzy*, envolvendo os estilos de aprendizagem, tempo de permanência em um determinado conteúdo e desempenho em atividades avaliativas com o método de inferência Mandani e o método de defuzzificação centro de área [139].

Parte II

Resultados

3 A arquitetura AdaptMLearning

Neste capítulo, é apresentada a arquitetura de software AdaptMLearning, projetada para realizar a adaptabilidade de conteúdo educacional. Por meio dela, foram geradas as publicações [145], [6], [146] e [147], além de um capítulo no livro [148].

A AdaptMLearning pretende prover a aprendizagem em tecnologias móveis e não móveis, realizando a seleção de objetos de aprendizagem que melhor se adaptam aos dados, considerando:

- a tecnologia utilizada para acesso aos materiais de um curso;
- as informações sobre o estilo de aprendizagem, desempenho e conhecimentos adquiridos pelo estudante;
- o conteúdo associado a um curso;
- a indicação, pelo professor, de quais regras de adaptação são oferecidas para seu curso;
- as preferências pelos tipos de mídia do objeto de aprendizagem; e
- a interação do estudante com o dispositivo de acesso e o objeto de aprendizagem.

Ademais, a AdaptMLearning pode ser implementada em um ambiente virtual de aprendizagem similar ao Blackboard [7] e ao Moodle [8] como um *plugin* ou ser desenvolvida como um sistema de aprendizagem adaptável e inteligente independente, similar a um AEHS.

Na Seção 3.1, é realizada uma descrição completa da arquitetura AdaptMLearning, envolvendo todos os seus módulos e, na Seção 3.2, são realizadas considerações sobre a AdaptMLearning e os conceitos relacionados aos sistemas adaptativos descritos na Seção 2.5.

3.1 AdaptMLearning: a arquitetura completa

A arquitetura AdaptMLearning foi projetada, considerando três blocos, conforme ilustrado na Figura 3.1.

Os três blocos foram subdivididos em módulos. Essa subdivisão em módulos tem como objetivos:

- permitir a identificação de funcionalidades específicas;
- independência no tratamento dos dados; e
- apresentar os elementos que manipulam os dados necessários para realizar a adaptabilidade do conteúdo.

Na arquitetura da Figura 3.1, identificam-se os elementos:

- *Learner's Side*: representado por módulos, associados à tecnologia móvel, à monitoração da interação do estudante com o conteúdo e à interface.
- *Content Server Side*: composto por módulos que manipulam as características do dispositivo móvel, do estudante e do curso com o objetivo de prover a adaptação dos objetos de aprendizagem.
- *Teacher's Side*: responsável por manipular os objetos de aprendizagem, as informações que os descrevem e as regras de adaptação fornecidas pelo professor.

Na Figura 3.1, também, é possível observar as mensagens trocadas entre os módulos e os bancos de dados e entre os próprios módulos. A ilustração dessas mensagens permite visualizar os dados manipulados pela arquitetura de forma clara, observar a interação entre os módulos e possibilita identificar os dados necessários para uma futura análise e desenvolvimento. Pode-se verificar, por exemplo, que o módulo de adaptação (*Adaptation Module*) fará uso de dados do módulo de tecnologia (*Technology Module*) e de outros e, com base em um algoritmo, disponibilizará informação para o módulo de conteúdo (*Content Module*).

Para melhor entender as funções de cada módulo e as suas mensagens, serão descritos, a seguir, os três blocos da arquitetura em detalhes.

Figura 3.1: Arquitetura AdaptMLearning.

3.1.1 O Learner's Side

O *Learner's Side* é representado pela: tecnologia, utilizada para acesso ao conteúdo de um curso; interface de apresentação do conteúdo; e interação do estudante com o dispositivo e com o conteúdo. Detalhando os módulos do *Learner Side*, tem-se:

- *Technological Device Module*: módulo que obtém algumas informações sobre a tecnologia, tais como: tipo de dispositivo (*tablet*, *smartphone*, etc.) e modelo.
- *Learner Activity Monitoring*: módulo encarregado de monitorar as interações do estudante com o conteúdo e com o dispositivo, obtendo algumas informações, tais como: interações realizadas no dispositivo, na interface e no objeto de aprendizagem, o tempo de permanência no objeto de aprendizagem e na interface, sem a realização de alguma ação investigativa e o desempenho do estudante nas atividades propostas.
- *Content Presentation*: interface apresentada ao estudante no dispositivo, contendo o objeto de aprendizagem, selecionado conforme os parâmetros: estilos de aprendizagem, informações sobre o dispositivo móvel, dados de

desempenho do estudante, interações realizadas pelo estudante na interface e no dispositivo e conhecimentos pré-adquiridos.

3.1.2 *O Teacher's Side*

O *Teacher's Side* é composto pelo *Pedagogical Module*. Esse módulo é utilizado para inserir objetos de aprendizagem, informações para sua catalogação e as regras de adaptação associadas a um curso.

As informações relacionadas aos objetos são catalogadas de acordo com os metadados do padrão IEEE 1484 [1] e podem estar padronizadas como SCORM [32] ou IMS *Learning Design* [34]. De forma resumida, algumas informações dos metadados são: dados gerais que descrevem o objeto; as características relacionadas ao histórico do objeto; seu estado atual e todos os elementos envolvidos durante sua evolução; os requisitos e características técnicas do objeto; as características educacionais e pedagógicas do objeto.

As informações dos metadados e objetos podem ser obtidas dos professores especialistas em conteúdo e/ou desenvolvedores dos objetos de aprendizagem.

Além disso, esse módulo permite inserir e obter as regras de adaptação que o professor deseja aplicar ao seu curso e fornecê-las ao módulo de adaptação.

Os dados obtidos por esse módulo são essenciais para permitir a seleção adequada do objeto de aprendizagem.

3.1.3 *O Content Server Side*

O *Content Server Side* é responsável por:

- receber informações sobre os conhecimentos atuais, desempenho, interações no conteúdo e estilo de aprendizagem dos estudantes, as características da tecnologia utilizada para estudo;
- armazenar dados de conhecimentos adquiridos, desempenho, interações e estilos de aprendizagem em bancos de dados específicos;
- manipular as informações recebidas para permitir a adaptação dos objetos às características do estudante e do dispositivo, segundo as regras de adaptação fornecidas pelo professor ao seu curso e as preferências dos estudantes;
- enviar o conteúdo adaptado ao solicitante.

O *Content Server Side* é composto por vários módulos, descritos nas subseções a seguir.

3.1.3.1 Technology Module

O *Technology Module* é o módulo encarregado de receber alguns dados sobre a tecnologia utilizada para estudo do conteúdo de um curso por um estudante, como tipo e modelo do dispositivo, que possibilitam obter informações sobre a tecnologia no *Technology Database*, conforme ilustrado na Figura 3.2. Com base nessas informações, a adaptação torna-se possível.

Figura 3.2: *Technology Module*.

Na Figura 3.2, pode-se verificar que a mensagem *Device Information* (1) é recebida pelo *Technology Module*, que monta a mensagem *Technology Information* do *Technology Database* (2) e a encaminha ao *Adaptation Module* (3). O *Adaptation Module* se encarrega de realizar a adaptação à tecnologia.

Especificando o formato dessas mensagens em detalhes, tem-se:

- *Device Information* composta por $d = [d_0, d_1, d_2]$, na qual:
 - d_0 : learner identification;
 - d_1 : tipo do dispositivo: *tablet*, *notebook*, *celular*, *smartphone*, etc.;
 - d_2 : modelo do dispositivo: LG Shine SLIM ME770d, Samsung Light CAM, entre outros.
- *Technology Information* composta por $t = [t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6, t_7]$, na qual:
 - t_1 : taxa de transmissão: número de bytes/segundo;

- t2: tipo de teclado: numérico, alfanumérico;
- t3: dimensão da tela: y bytes horizontal x z bytes vertical;
- t4: forma de acesso/tecnologia: Bluetooth, GSM, WAP;
- t5: sistema operacional;
- t6: quantidade de memória: número de bytes;
- t7: aplicativos: vetor de *strings*. Exemplos: Java TM MIDP 2.0, Flash Lite 3.0, bate-papo e mensagens instantâneas, navegador Nokia, JavaScript 1.3 e 1.5, Quickoffice [QuickWord, QuickPoint, QuickSheet], visualizador de PDF, gerenciador de *zip*;
- t8: reprodução de áudio;
- t9: reprodução de vídeo;
- t10: tempo de reprodução máximo.

3.1.3.2 *Performance Module*

O *Performance Module* manipula os dados relativos à performance dos estudantes nas atividades/conteúdos propostos, conforme a Figura 3.3.

Os dados de performance, denominado *Performance Information* (1), são obtidos por meio dos resultados nas atividades realizadas pelo estudante e/ou pelo tempo para concluir o estudo de um determinado conteúdo/atividade dentro de cada curso matriculado.

O *Performance Module* recebe a mensagem *Performance Information* (1), obtém a relação de objetos/performances manipulados pelo estudante relativos ao seu curso e ao conteúdo do *Learner's Performance Database* (3), solicita e recebe as regras do conteúdo programático em estudo, denominadas *Courses Rules Information* (2), e monta a mensagem sobre o desempenho do estudante, chamada *Learner Performance Information* (4), encaminhando-a ao *Adaptation Module*.

O formato das mensagens trocadas pelo *Performance Module* são:

- *Performance Information* composta por $p = [p1, p2, p3, p4, p5, p6]$, na qual:
 - p1: *learner identification*;
 - p2: *course identification*;
 - p3: *content identification*;

Figura 3.3: *Performance Module.*

- p4: tipo do conteúdo, objeto de aprendizagem como elemento de estudo (e) e/ou de atividade/avaliação (a);
- p5: se p4 igual a (e) p5 equivale ao tempo de estudo em segundos, se p4 igual a (a) p5 equivale ao resultado obtido na atividade, se p4 igual a (ea) p5 equivale a uma combinação dos dois valores;
- p6: *object identification* atual.
- *Courses Rules Information* composta por $c = [c1, c2]$, na qual:
 - c1: *course identification*;
 - c2: conteúdo programático do curso, contendo uma lista ordenada $locp = (locp1, \dots, locpn)$, na qual cada $locpi$ é composta por [*content identification*, *content type*, *keywords*, *performance* e/ou *timing*]. Também, $keywords = [k1, k2, \dots, km]$, na qual m é o número de palavras que identificam o assunto.
- *Learner Performance Information* composta por $lp = [lp1, lp2, lp3, lp4, lp5, lp6, lp7]$, na qual:
 - lp1: *learner identification*;
 - lp2: *course identification*;
 - lp3: *content identification*;
 - lp4: tipo de *content identification*, objeto de aprendizagem como elemento de estudo (e) ou de atividade/avaliação (a);
 - lp5: lista de *object identification* e tipo, relacionados ao *content identification*, já selecionados/realizados, $lpoi = [lpoi1, \dots, lpoi_n]$;

- lp6: se lp4 igual a (e) lp6 equivale ao tempo de estudo em segundos, se lp4 igual a (a) lp6 equivale ao resultado obtido na atividade, se lp4 igual a (ea) lp6 equivale a uma combinação dos dois valores;
- lp7: *object identification* atual.

3.1.3.3 Knowledge Module

Realiza a manipulação dos conhecimentos pré-adquiridos pelo estudante e dos conhecimentos adquiridos pela interação do estudante com os conteúdos/atividades de um curso em andamento. O módulo é ilustrado na Figura 3.4.

Figura 3.4: *Knowledge Module*.

Com os dados obtidos por esse módulo, é possível identificar o que o estudante conhece.

Com base no conhecimento pré-adquirido, pode ser permitido ao estudante avançar no conteúdo do curso de forma não sequencial.

Os dados sobre o conteúdo manipulado pelo estudante por meio da interação com o objeto de aprendizagem (mensagem *Interaction Knowledge* (1)) são recebidos pelo *Knowledge Module* que obtém informações sobre o curso (mensagem *Courses Information* (2)) e os assuntos que o estudante conhece do *Learner's Knowledge DataBase* (3). O *Knowledge Module* monta a *Learner Knowledge Information* (4) e a envia ao *Adaptation Module*.

Na Figura 3.4, identificam-se:

- *Interaction Knowledge* composta por $ik = [ik1, ik2, ik3, ik4]$, na qual:
 - ik1: *learner identification*;
 - ik2: *course identification*;

- ik3: *content identification*;
 - ik4: *interaction information*.
- *Courses Information* composta por $ci = [ci1, ci2]$, na qual:
 - ci1: *course identification*;
 - ci2: conteúdo programático do curso, contendo uma lista ordenada $locp = (locp1, \dots, locpn)$, na qual cada $locpi$ é composta por [*content identification, content type, keywords, performance e/ou timing*]. Também, $keywords = [k1, k2, \dots, km]$, na qual m é o número de palavras que identificam o assunto.
 - *Learner Knowledge Information* baseado nas informações de itens de conteúdo pré-conhecidos, no conteúdo programático do curso e na interação com o conteúdo atual é gerada $lki = [lki1, lki2, lki3, lki4]$, na qual:
 - lki1: *learner identification*;
 - lki2: *course identification*;
 - lki3: próximo *content identification* a ser selecionado;
 - lki4: próximo tipo de *content identification*, objeto de aprendizagem como elemento de estudo (e) e/ou de atividade/avaliação (a).

3.1.3.4 *Learning Styles Module*

O *Learning Styles Module*, ilustrado na Figura 3.5, manipula os dados sobre os estilos de aprendizagem dos estudantes, independente do curso matriculado, segundo o modelo FSLSM. Os dados iniciais dos estilos de aprendizagem são obtidos por meio do ILS (*Index of Learning Styles*) e armazenados no *Learner's Styles DataBase*.

O *Learning Styles Module* recebe as informações sobre as interações do estudante com o objeto de aprendizagem, mensagem *Interaction* (1), obtém os dados atuais sobre o estilo de aprendizagem do *Learner's Styles Database* (2), manipula estes dados, alterando o estilo de aprendizagem do estudante, se necessário, posteriormente, armazena o estilo no *Learner's Styles Database* e envia a mensagem *Learner Style Information* (3) ao *Adaptation Module* com a informação sobre o estilo de aprendizagem do estudante.

Tendo por base a consulta às informações relacionadas à manipulação do objeto e do estilo de aprendizagem atual, disponível na base *Learner's Style*

Figura 3.5: *Learning Styles Module.*

Database, é possível verificar possíveis alterações de estilo. Na Figura 3.5, observa-se:

- *Interaction* composta por $i = [i1, i2, i3]$, na qual:
 - $i1$: *learner identification*;
 - $i2$: *object identification*;
 - $i3$: *interaction information*.
- *Leaner Style Information* é composta por $lsi = [lsi1, lsi2, lsi3, lsi4, lsi5]$, na qual:
 - $lsi1$: *learner identification*;
 - $lsi2$: valor na dimensão *input*;
 - $lsi3$: valor na dimensão *perception*;
 - $lsi4$: valor na dimensão *understanding*;
 - $lsi5$: valor na dimensão *processing*.

3.1.3.5 *Learners and Courses Module*

O *Learners and Courses Module* é o módulo responsável por obter as informações relacionadas ao conteúdo programático de um curso, tais como: itens de conteúdo, os dados de tempo de estudo e de desempenho esperados.

Na Tabela 3.1, é apresentado o conteúdo programático para um curso. Nela, observam-se as colunas:

- a) identificação do conteúdo/assunto: representado por um dado numérico que identifica o tema a ser estudado;

b) tipo de conteúdo, identificado pelos valores numéricos:

- 0: representa um grupo de conteúdos/assuntos. Isso indica que há mais de um assunto a ser abordado para um mesmo tema e que esses assuntos seguem nas próximas linhas da tabela. Nessas próximas linhas, tem-se o número da “identificação do conteúdo/assunto” seguidos de “.” e da sequência numérica (iniciando de 1), e assim, sucessivamente, tantos quantos forem a hierarquia de conteúdo/assunto, por exemplo: 1.1, 1.2.1, 1.3.2, etc.;
- 1: identifica um conteúdo/assunto a ser estudado;
- 2: identifica uma atividade a ser realizada.

c) palavras-chave: conjunto de palavras que identificam o tema/assunto a ser manipulado:

d) *performance* ou *timing*: encontra-se o desempenho desejado de um aluno em um conteúdo/assunto ou o tempo de estudo esperado para o conteúdo/assunto em segundos, denominado *timing*. Inicialmente, o valor do *timing* é informado pelo professor. Por meio dos estudos realizados em um determinado conteúdo/assunto pelos estudantes, o *timing* associado pode ser substituído, por exemplo, pela média dos tempos de estudo obtidos.

Tabela 3.1: Exemplo de tabela de conteúdo programático para um curso.

Identificação do conteúdo	Tipo de conteúdo	Palavras chave	Performance ou <i>timing</i>
1	1	K1	1000
1	2	K1	7
2	1	K2	1000
2	2	K2	7
3	1	K3	1000
3	2	K3	7
4	1	K4	1000
4	2	K4	7
5	1	K5	1000
5	2	K5	7

No exemplo da Tabela 3.1, pode-se verificar que:

- não há grupos de conteúdos, pois o tipo de conteúdo é diferente de 0;
- o *timing* tem o valor de 1000 segundos para o tempo de estudo em todos os conteúdos;

- a *performance* tem o valor mínimo desejado igual a 7 para que a atividade tenha uma boa avaliação.

Com base nessas informações e no uso da arquitetura pelos estudantes, pode-se identificar dificuldades relativas em um determinado assunto/conteúdo. Além disso, com os conhecimentos pré-adquiridos e a tabela de conteúdo programático, é possível verificar quais os próximos conteúdos a serem estudados.

A ilustração desse módulo é exibida na Figura 3.6. Nela, pode-se visualizar que o *Adaptation Module* solicita o conteúdo programático de um curso em estudo, por meio da mensagem *Learners and Courses Identification* (1), ao *Learners and Courses Module* que obtém os dados sobre o conteúdo programático do *Learners and Courses DataBase* (2). Então, o *Learners and Courses Module* retorna a mensagem *Learners and Courses Information* (3), contendo os dados solicitados.

Figura 3.6: *Learner and Courses Module.*

Na Figura 3.6, encontra-se:

- *Learner and Courses Identification* composto por $lci = [lci1, lci2]$, na qual:
 - $lci1$: *learner identification*;
 - $lci2$: *course identification*.
- *Learner and Courses Information* é composto por $lcinf = [lcinf1, lcinf2]$, na qual:
 - $lcinf1$: *course identification*;
 - $lcinf2$: conteúdo programático do curso, contendo uma lista ordenada $locp = (locp1, \dots, locpn)$, na qual cada $locpi$ é composta pela tríade $[content\ identification, content\ type, keywords, performance\ ou\ timing]$. Também, $keywords = [k1, k2, \dots, km]$, na qual m é o número de palavras que identificam o assunto.

3.1.3.6 *Content Module*

O *Content Module* é encarregado de:

- receber a informação sobre o objeto de aprendizagem selecionado que possui as características adaptadas ao estudante e ao dispositivo;
- montar a interface a ser exibida no dispositivo;
- encaminhar a interface ao dispositivo.

O *Content Module* recebe a mensagem *Content Information* (1) do *Adaptation Module*. Nessa mensagem, há a identificação sobre o curso, o estudante, o objeto de aprendizagem selecionado e dados sobre a tecnologia de acesso. O *Content Module*: obtém o objeto selecionado (2), identifica características da interface da tecnologia de acesso, monta a mensagem *Content Presentation* (3) e a envia ao *Content Presentation Module* dessa tecnologia.

Na Figura 3.7, observa-se:

- *Content Information* composta por $ic = [ic1, ic2, iclo, icd1, icd2]$, na qual:
 - *ic1*: *learner identification*;
 - *ic2*: *course identification*;
 - *iclo*: identificação do objeto de aprendizagem em conformidade com a adaptação ao estudante e à tecnologia;
 - *icd1*: tipo do dispositivo: tablet, notebook, celular, smartPhone;
 - *icd2*: modelo do dispositivo: LG Shine SLIM ME770d, Samsung Light CAM, entre outros.
- *Content Presentation* é a mensagem com a interface que contém o objeto de aprendizagem a ser exibido no dispositivo de acesso.

3.1.3.7 *Teacher Adaptation Rules Module*

O *Teacher Adaptation Rules Module* é encarregado de obter as regras de adaptação fornecidas pelo professor, permitindo uma configuração dos parâmetros de adaptação ao seu curso.

Com base na solicitação do *Adaptation Module*, esse módulo obtém as regras de adaptação do *Adaptation Rules DataBase* (2), e as devolve na forma da mensagem *Teacher Adaptation Rules Information*.

Figura 3.7: *Content Presentation Module.*

Na Figura 3.8, tem-se:

- *Teacher Adaptation Rules Information* composta por $tari = [tari1, tari2, tari3, tari4, tari5, tari6]$, na qual:
 - *tari1: course identification*;
 - *tari2: lista de mídias a serem exibidas, por exemplo: video, text, audio, simulation, animation.* O uso da palavra *all* (padrão) indica a exibição de qualquer mídia;
 - *tari3: performance/timing adaptation*, 0: presente (padrão), 1: ausente;
 - *tari4: knowledge adaptation*, 0: presente (padrão), 1: ausente;
 - *tari5: learning styles adaptation*, 0: presente (padrão), 1: ausente;
 - *tari6: technology adaptation*, 0: presente (padrão), 1: ausente.

Figura 3.8: *Teacher Adaptation Rules Module.*

3.1.3.8 Adaptation Module

O *Adaptation Module* é o módulo central da arquitetura AdaptMLearning. Ele obtém/recebe as mensagens dos outros módulos (1), carrega a lista de objetos de aprendizagem (2), as processa para determinar quais os objetos de aprendizagem são adequados e adaptáveis às características do estudante e do dispositivo móvel. Posteriormente, monta a mensagem com o objeto de aprendizagem selecionado (*Content Information* (3)) e a envia ao *Content Module*.

As mensagens que o *Adaptation Module* recebe e gera são as descritas nas subseções anteriores.

Na Figura 3.9, observa-se que, além das mensagens recebidas dos outros módulos, tem-se a *Teacher Adaptation Rules Information*, contendo os parâmetros de adaptação fornecidos pelo professor e as preferências dos tipos de mídias informadas pelo estudante, caso ele tenha indicado alguma, obtidas do *Learner's Preferences DataBase*.

Figura 3.9: Adaptation Module.

3.2 Considerações sobre a AdaptMLearning

Com base nos conceitos apresentados na Seção 2.5 e na descrição para a arquitetura AdaptMLearning, observa-se que a AdaptMLearning é uma proposta de sistema de aprendizagem inteligente e adaptativo, como um AEHS, que avalia, além dos estilos de aprendizagem, questões de performance, conhecimento pré-adquirido, as preferências pelos tipos de mídia, a tecnologia utilizada para acesso, a interação do usuário e a possibilidade do professor escolher os tipos de adaptação para o seu curso. Nela, utiliza-se o sequenciamento passo a passo, no qual, a partir do modelo do usuário (UM), a cada momento de estudo, obtém-se o objeto

a ser estudado. Também, relativo ao contexto do usuário, pode-se observar que são avaliadas as preferências nos tipos de mídia e detalhes sobre o hardware do dispositivo utilizado para estudo.

Considerando a AdaptMLearning e o modelo de referência AHAM [77] [84] [85], relativo à definição lógica dos AEHS, como descrito na Seção 2.5, tem-se:

- A camada de execução, responsável por tratar a adaptação, a apresentação do conteúdo educacional e o rastreamento do comportamento do aluno, sigla OBS no modelo de referência AHAM, é representada pelos módulos *Learner Activity Monitoring Module*, *Content Presentation*, *Content Module* e *Adaptation Module* na arquitetura AdaptMLearninge.
- A camada de design no AHAM que armazena as informações sobre:
 - O espaço do conhecimento (ES), subdividido em:
 - * EM é representado pelo repositório *Learning Objects* e *Pedagogical Module* na AdaptMLearning;
 - * MD é representado pelo *Learner and Courses Database*, *Learner and Courses Module* na AdaptMLearning.
 - UM é representado pelo *Learner's Performance Database*, *Performance Module*, *Learner's Knowledge Database*, *Knowledge Module*, *Learner's Styles Database*, *Learner's Styles Module*, *Learner's Preference Database* na AdaptMLearning.
 - AM é representado pelo *Learner and Courses Module*, *Learner and Courses Database*, *Teacher Adaptation Rules Module* e *Teacher Adaptation Rules Database* na AdatpMLearning.

Além desses elementos, na proposta da arquitetura AdaptMLearning, há a possibilidade da seleção dos objetos de aprendizagem, associada ao dispositivo utilizado para acesso a esses objetos, representada pelos módulos *Technological Device Module*, *Technology Module* e *Technology Database*. Nesse caso, como o dispositivo (*tablet*, *notebook*, celular ou outros) é utilizado pelo estudante para realização dos seus estudos, seus módulos fazem parte do UM no modelo AHAM.

4 Computação *Fuzzy* e a AdaptMLearning

Neste capítulo, é apresentado todo o processo relativo à computação *fuzzy* a ser realizado no *Adaptation Module* da arquitetura AdaptMLearning, tendo gerado a publicação [149]. No geral, pode-se representar esse processo por meio do algoritmo da Figura 4.1, que foi simulado utilizando-se o pacote *Fuzzy Logic ToolBox* para Matlab [150]. Nessa figura, é possível observar que a computação *fuzzy* é utilizada para determinar a mudança ou não de um estudante para um novo conteúdo e as possíveis alterações associadas aos estilos de aprendizagem.

- Com base na **performance** e no **timing** obtidos do *Performance Module* e no **estilo de aprendizagem** relacionados à **recepção da informação**, obtidos do *Learning Styles Module* e da **tabela de conteúdo programático de um curso**.
- Aplica a computação *fuzzy*.
- Por meio da computação *fuzzy*, encarrega-se de determinar se o estudante:
 - o pode mudar para um outro assunto sem restrição ou com sugestão de reforço, ou ainda, continuar no assunto em estudo;
 - o tem a preferência de estilo de aprendizagem alterada.
- Trata outros critérios de adaptação.
- Baseando-se na avaliação da computação *fuzzy* e nos outros critérios de adaptação, seleciona o objeto de aprendizagem mais adequado.

Figura 4.1: Algoritmo simplificado relativo à aplicação da computação *fuzzy* no *Adaptation Module*.

O processo de modelagem e geração do conjunto de regras *fuzzy* é, normalmente, realizado com o auxílio de um especialista sobre o assunto. Na ausência desse especialista, utilizou-se o conhecimento obtido em artigos de estilos de aprendizagem, educação e psicologia cognitiva [15] [25] [42]. Ademais, a modelagem *fuzzy* foi feita de forma genérica o suficiente para permitir a um especialista

no assunto realizar adequações de valores considerados no modelo.

Na Seção 4.1, é realizada uma descrição geral sobre a modelagem *fuzzy*. A identificação das variáveis de entrada e suas funções de pertinência são descritas na Seção 4.2. Na Seção 4.3, são apresentadas as variáveis de saída, bem como suas funções de pertinência. A base de regras *fuzzy*, associada aos estilos de aprendizagem e à mudança de assunto em um curso, são descritas na Seção 4.4. Na Seção 4.5, são apresentados alguns exemplos de aplicação das regras e os gráficos de superfície envolvendo as variáveis modeladas. E, na Seção 4.7, é realizada uma conclusão sobre os resultados obtidos com a computação *fuzzy*.

4.1 Modelagem *fuzzy* do conhecimento

A modelagem *fuzzy* do conhecimento envolveu o tratamento:

- a) do tempo de estudo¹ de um estudante em um assunto e do desempenho² em uma atividade de um curso, associados a um possível avanço na sequência de assuntos, discriminada na tabela de conteúdo programático e exemplificada na Tabela 3.1;
- b) dos estilos de aprendizagem de um estudante em cada dimensão do modelo FSLSM, do *timing* para um assunto e do desempenho em uma atividade associados a uma possível alteração nos estilo de aprendizagem.

Duas modelagens foram realizadas para o item “b”. Na primeira modelagem, foram considerados somente três valores linguísticos para as quatro dimensões do modelo FSLSM. Por exemplo, a dimensão entrada (*input*) foi modelada com os valores linguísticos *visual*, *indifferent* e *verbal*, conforme apresentados na Tabela 4.1. No entanto, observa-se que nessa primeira modelagem, não se levou em conta os três intervalos [1, 3], [5, 7], [9, 11] para cada valor de uma dimensão do modelo FSLSM, conforme a Figura 2.3. Esses três intervalos indicam preferência leve, moderada ou forte para o valor relacionado a uma dimensão do modelo e dependendo deste valor poderão ocorrer dificuldades de aprendizagem em um ambiente que não suporte esta preferência.

Essa modelagem gerou a respectiva função de pertinência para a variável *fuzzy* entrada *input*, como exemplificado no gráfico da Figura 4.2. Nessa figura,

¹No restante do capítulo, a variável *fuzzy* relativa ao tempo de estudo de um estudante em um assunto de um curso será denominada *timing*.

²Neste capítulo, a variável *fuzzy* relacionada ao desempenho de um estudante em uma atividade de um curso será denominada *performance*.

Tabela 4.1: Dimensões do Modelo FSLSM e os valores linguísticos, considerados na primeira modelagem *fuzzy*.

Dimensão do Modelo FSLSM	Valores Linguísticos
Processamento (<i>processing</i>)	<i>active, indifferent, reflexive</i>
Percepção (<i>perception</i>)	<i>sensorial, indifferent, intuitive</i>
Entrada (<i>input</i>)	<i>visual, indifferent, verbal</i>
Compreensão (<i>understanding</i>)	<i>sequential, indifferent, global</i>

observa-se que foram considerados os três valores linguísticos: *visual*, *indifferent* e *verbal* para a escala de valores entre 0 e 22, indicando uma transição abrupta entre *visual* e *verbal* e desprezando os intervalos do modelo [149].

Figura 4.2: Função de pertinência para a variável *fuzzy* de entrada *input*, relacionada ao estilo de aprendizagem entrada (*input*) na primeira modelagem (Universo do Discurso: 0-22. Valores Linguísticos: *visual*, *indifferent*, *verbal*).

Nessa modelagem, obtiveram-se 81 regras, das quais 9 envolvem o item “a” e 72 estão relacionadas ao item “b”.

Na expectativa de gerar uma representação *fuzzy* mais próxima do modelo FSLSM, foi realizada uma segunda modelagem, considerando os três intervalos entre 0 e 11 das duas variáveis em uma dada dimensão, conforme representado na Figura 2.3, e foram definidos cinco valores linguísticos *fuzzy* para cada dimensão na escala entre 0 e 22.

Na dimensão entrada (*input*), foram definidos os cinco valores linguísticos: *very visual*, *visual*, *indifferent*, *verbal*, *very verbal*. Na Tabela 4.2, pode-se observar os valores linguísticos modelados para todas as dimensões do modelo FSLSM.

Nessa segunda modelagem, obtiveram-se 189 regras, das quais 9 envolvem a possível mudança de conteúdo (item “a”) e 180 relacionam-se aos estilos de aprendizagem (item “b”). Das 180, relacionadas aos estilos de aprendizagem, tem-se 45 em cada dimensão.

Conforme a Figura 2.3, os dados obtidos para o valor de um estilo variam de 1 a 11, por esse fato, na construção da função de pertinência foi realizada uma

Tabela 4.2: Dimensões do Modelo FSLSM e os valores linguísticos, considerados na segunda modelagem *fuzzy*.

Dimensão do Modelo FSLSM	Valores Linguísticos
Processamento (<i>processing</i>)	<i>very active, active, indifferent, reflexive, very reflexive</i>
Percepção (<i>perception</i>)	<i>very sensorial, sensorial, indifferent, intuitive, very intuitive</i>
Entrada (<i>input</i>)	<i>very visual, visual, indifferent, verbal, very verbal</i>
Compreensão (<i>understanding</i>)	<i>very sequential, sequential, indifferent, global, very global</i>

transformação de valores entre 0 e 22, considerando os intervalos [1, 3], [5, 7], [9, 11] das duas variáveis naquela dimensão e os cinco valores linguísticos, conforme é ilustrado nas Tabelas 4.3, 4.4, 4.5 e 4.6 para as dimensões *processing*, *perception*, *understanding* e *input* do modelo FSLSM.

Tabela 4.3: Transformação de valores da dimensão *processing* e os seus cinco valores linguísticos para o modelo FSLSM, considerados na construção da função de pertinência para a segunda modelagem *fuzzy*.

Dimensão <i>processing</i> do modelo FSLSM					
<i>very active</i>	<i>active</i>	<i>indifferent</i>	<i>reflexive</i>	<i>very reflexive</i>	
[11, 9]	[7, 5]	[3, 1]	[1, 3]	[5, 7]	[9, 11]
[0, 2]	[4, 6]	[8, 10]	[12, 14]	[16, 18]	[20, 22]

Tabela 4.4: Transformação de valores da dimensão *perception* e os seus cinco valores linguísticos para o modelo FSLSM, considerados na construção da função de pertinência para a segunda modelagem *fuzzy*.

Dimensão <i>perception</i> do modelo FSLSM					
<i>very sensorial</i>	<i>sensorial</i>	<i>indifferent</i>	<i>intuitive</i>	<i>very intuitive</i>	
[11, 9]	[7, 5]	[3, 1]	[1, 3]	[5, 7]	[9, 11]
[0, 2]	[4, 6]	[8, 10]	[12, 14]	[16, 18]	[20, 22]

Na elaboração da segunda modelagem *fuzzy*, foram identificadas:

- as variáveis *fuzzy* de entrada: *performance*, *timing*, *input*, *processing*, *perception* e *understanding*;
- as variáveis *fuzzy* de saída: *content*, *input*, *processing*, *perception* e *understanding*; e
- construídas as respectivas funções de pertinência.

A modelagem *fuzzy* do conhecimento relacionada às quatro dimensões do modelo FSLSM são similares. Assim, nas próximas subseções será apresentada a

Tabela 4.5: Transformação de valores da dimensão *understanding* e os seus cinco valores linguísticos para o modelo FSLSM, considerados na construção da função de pertinência para a segunda modelagem *fuzzy*.

Dimensão <i>understanding</i> do modelo FSLSM					
<i>very sequential</i>	<i>sequential</i>	<i>indifferent</i>	<i>global</i>	<i>very global</i>	
[11, 9]	[7, 5]	[3, 1]	[1, 3]	[5, 7]	[9, 11]
[0, 2]	[4, 6]	[8, 10]	[12, 14]	[16, 18]	[20, 22]

Tabela 4.6: Transformação de valores da dimensão *input* e os seus cinco valores linguísticos para o modelo FSLSM, considerados na construção da função de pertinência para a segunda modelagem *fuzzy*.

Dimensão <i>input</i> do modelo FSLSM					
<i>very visual</i>	<i>visual</i>	<i>indifferent</i>	<i>verbal</i>	<i>very verbal</i>	
[11, 9]	[7, 5]	[3, 1]	[1, 3]	[5, 7]	[9, 11]
[0, 2]	[4, 6]	[8, 10]	[12, 14]	[16, 18]	[20, 22]

modelagem *fuzzy* para as variáveis *fuzzy* de entrada e saída relativas somente à dimensão *input*.

A modelagem completa para as dimensões dos estilos de aprendizagem *input*, *processing*, *perception* e *understanding* do modelo FSLSM é apresentada no Apêndice A.

4.2 Variáveis *fuzzy* de entrada e as funções de pertinência

As variáveis *fuzzy* de entrada e as funções de pertinência *performance* e *timing*, recebidas do *Performance Module*, são exibidas nas Figuras 4.3 e 4.4, e *processing*, *perception*, *input* e *understanding*, recebidas do *Learning Styles Module*, são exemplificadas pela Figura 4.5, que é associada à dimensão *input*. Nessas figuras, há uma breve descrição da variável, bem como o seu universo de discurso, seus valores linguísticos e o gráfico da função de pertinência.

Na modelagem para a variável *fuzzy* de entrada *performance*, foram considerados os três valores linguísticos: *bad*, *regular* e *good*. Na sua função de pertinência, esses valores linguísticos estão dentro do intervalo $[0, 10]$, conforme representados na Figura 4.3. Nessa figura, verifica-se que o valor linguístico:

- *bad* é representado pela Equação 4.1. Nessa equação, considera-se que o estudante possui um desempenho ruim, quando obtém como resultado de uma atividade um valor entre $[0, 3]$ e que vai melhorando, gradativamente, quando o resultado está entre $[3, 5]$;

Figura 4.3: Função de pertinência para a variável *fuzzy* de entrada *performance* (Universo do discurso: 0-10. Valores linguísticos: *good*, *regular*, *bad*).

Figura 4.4: Função de pertinência para a variável *fuzzy* de entrada *timing* (Universo do discurso: $0-2 \cdot T_i$; onde T_i é o valor obtido da tabela de conteúdo programático para o assunto em estudo de um curso. Valores linguísticos: *short*, *normal*, *long*).

- *regular* é representado pela Equação 4.2. Nela, identifica-se que o estudante obteve um desempenho regular quando o resultado de uma atividade é 5 e que vai gradativamente piorando ou melhorando se o resultado está entre $[3, 5]$ ou $[5, 7]$;
- *good* expresso pela Equação 4.3. Nessa equação, considera-se que o estudante teve um desempenho bom, se obteve como resultado de uma atividade um valor entre $[7, 10]$ e que vai piorando, gradativamente, quando o resultado está entre $[5, 7]$.

$$y = \begin{cases} 1 & \text{se } x \leq 3 \\ 2,5 - 0,5 * x & \text{se } 3 \leq x \leq 5 \\ 0 & \text{se } x > 5 \end{cases} \quad (4.1)$$

Figura 4.5: Função de pertinência para a variável *fuzzy* de entrada *input* (Universo do discurso: 0-22. Valores linguísticos: *very visual*, *visual*, *indifferent*, *verbal*, *very verbal*).

$$y = \begin{cases} 0 & \text{se } x \leq 3 \\ -1,5 + 0,5 * x & \text{se } 3 \leq x \leq 5 \\ 3,5 - 0,5 * x & \text{se } 5 \leq x \leq 7 \\ 0 & \text{se } x \geq 7 \end{cases} \quad (4.2)$$

$$y = \begin{cases} 0 & \text{se } x < 5 \\ -2,5 + 0,5 * x & \text{se } 5 \leq x \leq 7 \\ 1 & \text{se } x \geq 7 \end{cases} \quad (4.3)$$

Na modelagem para a variável *fuzzy* de entrada *timing*, foram considerados três valores linguísticos: *short*, *normal* e *long*. A construção da sua função de pertinência é realizada com base na tabela de conteúdo programático, identificada na Tabela 3.1, e considerando o valor do *timing* (T_i) que representa o tempo de estudo esperado para um conteúdo/assunto. Nessa função de pertinência, exibida na Figura 4.4, considera-se que $x \in [0, 2 * T_i]$ e observa-se que:

- *short* é representada pela Equação 4.4;
- *normal* é identificada pela Equação 4.5;
- *long* é representada pela Equação 4.6.

$$y = \begin{cases} 1 - 1/T_i * x & \text{se } 0 \leq x \leq T_i \\ 0 & \text{se } x \geq T_i \end{cases} \quad (4.4)$$

$$y = \begin{cases} 1/T_i * x & \text{se } 0 \leq x \leq T_i \\ 2 - 1/T_i * x & \text{se } T_i \leq x \leq 2 * T_i \end{cases} \quad (4.5)$$

$$y = \begin{cases} 1 + 1/T_i * x & \text{se } T_i \leq x \leq 2 * T_i \\ 0 & \text{se } x \leq T_i \end{cases} \quad (4.6)$$

Nas funções de pertinência para a variável *timing*, representadas pelas Equações 4.4, 4.5 e 4.6, considera-se que T_i é o tempo de estudo *normal*; quando x é menor que T_i e se afasta, gradativamente, o tempo de estudo torna-se curto (*short*); e quando x é maior que T_i e se aproxima de $2 * T_i$, pouco a pouco, o tempo de estudo torna-se longo (*long*).

Na modelagem para as variáveis *fuzzy* de entrada *input*, *processing*, *perception* e *understanding*, foram considerados os cinco valores linguísticos de cada dimensão do modelo FSLSM, conforme apresentado na Tabela 4.2. Na elaboração da função de pertinência, os valores linguísticos são associados ao intervalo $[0, 22]$, tal como exemplificado na Figura 4.5 e representados pelas equações 4.7, 4.8, 4.9, 4.10 e 4.11 para a dimensão *input*.

A Equação 4.7 representa a função de pertinência relativa ao valor *very visual* para a dimensão *input*.

$$y = \begin{cases} 1 & \text{se } x \leq 2 \\ 2 - 0,5 * x & \text{se } 2 \leq x \leq 4 \end{cases} \quad (4.7)$$

A Equação 4.8 representa a função de pertinência relativa ao valor *visual* para a dimensão *input*.

$$y = \begin{cases} -1 + 0,5 * x & \text{se } 2 \leq x \leq 4 \\ 1 & \text{se } 4 \leq x \leq 6 \\ 4 - 0,5 * x & \text{se } 6 \leq x \leq 8 \end{cases} \quad (4.8)$$

A Equação 4.9 representa a função de pertinência relativa ao valor *indifferent* para a dimensão *input*.

$$y = \begin{cases} -3 + 0,5 * x & \text{se } 6 \leq x \leq 8 \\ 1 & \text{se } 8 \leq x \leq 14 \\ 8 - 0,5 * x & \text{se } 14 \leq x \leq 16 \end{cases} \quad (4.9)$$

A Equação 4.10 representa a função de pertinência relativa ao valor *verbal* para a dimensão *input*.

$$y = \begin{cases} -7 + 0,5 * x & \text{se } 14 \leq x \leq 16 \\ 1 & \text{se } 16 \leq x \leq 18 \\ 10 - 0,5 * x & \text{se } 18 \leq x \leq 20 \end{cases} \quad (4.10)$$

A Equação 4.11 representa a função de pertinência relativa ao valor *very verbal* para a dimensão *input*.

$$y = \begin{cases} -9 + 0,5/x * x & \text{se } 18 \leq x \leq 20 \\ 1 & \text{se } x \geq 20 \end{cases} \quad (4.11)$$

As funções de pertinência para as variáveis *fuzzy* de entrada: *processing*, *perception* e *understanding* são iguais às representadas na dimensão *input*, diferenciando-se somente nos seus valores linguísticos e, assim, não serão apresentadas no texto.

4.3 Variáveis *fuzzy* de saída e as funções de pertinência

As variáveis *fuzzy* de saída geradas na máquina de inferência *fuzzy* são: *content*, *input*, *processing*, *perception* e *understanding*.

Uma breve descrição das variáveis *content* e *input*, o universo de discurso, seus valores linguísticos e o gráfico da função de pertinência são exibidos nas Figuras 4.6 e 4.7.

Figura 4.6: Função de pertinência para a variável *fuzzy* de saída *content* (Universo de discurso: 0-4. Valores linguísticos: *new*, *new-current*, *current*).

Na modelagem para a variável *fuzzy* de saída *content*, foram considerados os três valores linguísticos: *new*, *new-current* e *current*, como expressos na função de pertinência da Figura 4.6. Nessa função, considera-se que o valor em:

- *new*, é indicado que o estudante pode seguir para o próximo item de

Figura 4.7: Função de pertinência para a variável *fuzzy* de saída *input* (Universo do discurso: 0-22 Valores linguísticos: *very visual*, *visual*, *indifferent*, *verbal*, *very verbal*).

conteúdo e tem sua expressão representada na Equação 4.12;

- *new-current*, é permitido ao estudante mudar para o próximo item de conteúdo, mas é sugerido um conteúdo atual como reforço. A sua expressão é identificada pela Equação 4.13;
- *current*, é mostrado que o estudante não obteve boa performance e/ou *timing* e deve permanecer no item de conteúdo atual. A sua expressão é representada pela Equação 4.14.

$$y = \begin{cases} 1 - 0,5 * x & \text{se } 0 \leq x \leq 2 \\ 0 & \text{se } x \geq 2 \end{cases} \quad (4.12)$$

$$y = \begin{cases} 0,5 * x & \text{se } 0 \leq x \leq 2 \\ 2 - 0,5 * x & \text{se } 2 \leq x \leq 4 \end{cases} \quad (4.13)$$

$$y = \begin{cases} -1 + 0,5 * x & \text{se } 2 \leq x \leq 4 \\ 0 & \text{se } x \geq 4 \end{cases} \quad (4.14)$$

As expressões para a função de pertinência da variável *fuzzy* de saída *input* são idênticas às Equações 4.7, 4.8, 4.9, 4.10 e 4.11 e as suas representações gráficas são apresentadas na Figura 4.7.

4.4 Base de regras *fuzzy*

4.4.1 Performance, *timing* e *content*

Na modelagem *fuzzy* relacionada à mudança de conteúdo, cuja sequência pode ser encontrada na tabela de conteúdo programático, é considerado que dependendo

da situação identificada no *timing* de um estudante para um dado conteúdo atual da performance em uma atividade, têm-se as possibilidades:

- ocorre mudança para um novo conteúdo;
- há a permanência no conteúdo atual, ou
- muda-se para o próximo conteúdo com sugestão de reforço do conteúdo atual.

O conhecimento sobre o problema foi modelado utilizando uma tabela com duas dimensões que relacionam as variáveis *fuzzy* de entrada performance (valores = *good*, *regular* e *bad*) e *timing* (valores = *short*, *normal* e *long*) com a variável de saída *content* (valores = *new* (N), *new-current* (NA) e *current* (A)), conforme apresentado na Tabela 4.7 e ilustrado nas regras da Figura 4.8.

Tabela 4.7: Conhecimento modelado para as variáveis *fuzzy* de entrada *timing*, performance e a variável de saída *content*.

performance/ <i>timing</i>	<i>good</i>	<i>regular</i>	<i>bad</i>
<i>short</i>	<i>Content</i> = N	<i>Content</i> = NA	<i>Content</i> = A
<i>normal</i>	<i>Content</i> = N	<i>Content</i> = NA	<i>Content</i> = A
<i>long</i>	<i>Content</i> = NA	<i>Content</i> = A	<i>Content</i> = A

1. if (performance is good) and (timing is short) then content is new
2. if (performance is good) and (timing is normal) then content is new
3. if (performance is good) and (timing is long) then content is new-current
4. if (performance is regular) and (timing is short) then content is new-current
5. if (performance is regular) and (timing is normal) then content is new-current
6. if (performance is regular) and (timing is long) then content is current
7. if (performance is bad) and (timing is short) then content is current
8. if (performance is bad) and (timing is normal) then content is current
9. if (performance is bad) and (timing is long) then content is new-current

Figura 4.8: Base de regras *fuzzy* relacionadas às variáveis de entrada *fuzzy* performance e *timing* e à variável de saída *content*.

4.4.2 Estilos de aprendizagem

Na modelagem dos estilos de aprendizagem, considera-se que ocorre alguma alteração em uma dimensão do estilo do estudante dependendo do *timing* de um estudante em um dado conteúdo e da performance na atividade associada ao

conteúdo. Dessa forma, foi modelado o conhecimento sobre o problema, utilizando uma tabela com três dimensões que relacionam as variáveis *fuzzy* de entrada *performance* (valores = *good*, *regular* e *bad*), *timing* (valores = *short*, *normal* e *long*) e os valores do estilo em cada dimensão, conforme apresenta a Figura 4.9. Nessa figura, além das variáveis *fuzzy* de entrada, pode-se observar a variável *fuzzy* de saída *input*, denotada por IO.

<i>input</i>				
VVS	<i>Timing\Performance</i>	<i>Good</i>	<i>Regular</i>	<i>Bad</i>
	<i>Short</i>	IO = VVS	IO = VVS	IO = I
	<i>Normal</i>	IO = VVS	IO = VS	IO = I
	<i>Long</i>	IO = VS	IO = I	IO = VE
VS	<i>Timing\Performance</i>	<i>Good</i>	<i>Regular</i>	<i>Bad</i>
	<i>Short</i>	IO = VVS	IO = VS	IO = I
	<i>Normal</i>	IO = VS	IO = I	IO = VE
	<i>Long</i>	IO = I	IO = VE	IO = VVE
I	<i>Timing\Performance</i>	<i>Good</i>	<i>Regular</i>	<i>Bad</i>
	<i>Short</i>	IO = I	IO = I	IO = VE
	<i>Normal</i>	IO = I	IO = VE	IO = VE
	<i>Long</i>	IO = VE	IO = VE	IO = VVE
VE	<i>Timing\Performance</i>	<i>Good</i>	<i>Regular</i>	<i>Bad</i>
	<i>Short</i>	IO = VVE	IO = VE	IO = I
	<i>Normal</i>	IO = VE	IO = I	IO = VS
	<i>Long</i>	IO = I	IO = VS	IO = VVS
VVE	<i>Timing\Performance</i>	<i>Good</i>	<i>Regular</i>	<i>Bad</i>
	<i>Short</i>	IO = VVE	IO = VVE	IO = I
	<i>Normal</i>	IO = VVE	IO = VE	IO = I
	<i>Long</i>	IO = VE	IO = I	IO = VS

Figura 4.9: Modelagem do conhecimento para o estilo entrada (*input*) relacionando as variáveis *fuzzy* de entrada *timing*, *performance* e *input* com a variável *fuzzy* de saída *input* (IO) e os valores: *very visual* = VVS, *visual* = VS, *indifferent* = I, *verbal* = VE, *very verbal* = VVE.

As regras, associadas à Figura 4.9, são apresentadas nas Figuras 4.10 e 4.11.

Nas Figuras 4.10 e 4.11, observa-se que a regra de número:

- 12: se o estudante tem seu estilo de aprendizagem na dimensão *input* igual a *very visual*, possui um bom desempenho, mas um tempo de estudo superior ao considerado normal, então, seu estilo é alterado para *visual*;
- 23: se o estudante tem seu estilo na dimensão *input* igual a *visual*, com desempenho na atividade regular e tempo de estudo no conteúdo considerado normal, assim, seu estilo é alterado para *indifferent*;

- 36: se o estudante tem seu estilo na dimensão *input indifferent*, desempenho na atividade regular e tempo de estudo no conteúdo normal, por isso, seu estilo é alterado para *verbal*;
- 38: se o estudante tem seu estilo na dimensão *input* igual a *verbal*, com bom desempenho na atividade e tempo de estudo no conteúdo considerado normal, então, seu estilo é mantido;
- 42: se o estudante tem seu estilo de aprendizagem na dimensão *input* igual a *verbal*, desempenho regular na atividade e tempo de estudo no conteúdo acima do normal, assim, seu estilo é alterado para *visual*.

10.	if (performance is good) and (timing is short) and (input = very_visual) then input is very_visual
11.	if (performance is good) and (timing is normal) and (input = very_visual) then input is very_visual
12.	if (performance is good) and (timing is long) and (input = very_visual) then input is visual
13.	if (performance is regular) and (timing is short) and (input = very_visual) then input is very_visual
14.	if (performance is regular) and (timing is normal) and (input = very_visual) then input is visual
15.	if (performance is regular) and (timing is long) and (input = very_visual) then input is indifferent
16.	if (performance is bad) and (timing is short) and (input = very_visual) then input is indifferent
17.	if (performance is bad) and (timing is normal) and (input = very_visual) then input is indifferent
18.	if (performance is bad) and (timing is long) and (input = very_visual) then input is verbal
19.	if (performance is good) and (timing is short) and (input = visual) then input is very_visual
20.	if (performance is good) and (timing is normal) and (input = visual) then input is visual
21.	if (performance is good) and (timing is long) and (input = visual) then input is indifferent
22.	if (performance is regular) and (timing is short) and (input = visual) then input is visual
23.	if (performance is regular) and (timing is normal) and (input = visual) then input is indifferent
24.	if (performance is regular) and (timing is long) and (input = visual) then input is verbal
25.	if (performance is bad) and (timing is short) and (input = visual) then input is indifferent
26.	if (performance is bad) and (timing is normal) and (input = visual) then input is verbal
27.	if (performance is bad) and (timing is long) and (input = visual) then input is very_verbal
32.	if (performance is good) and (timing is short) and (input = indifferent) then input is indifferent
33.	if (performance is good) and (timing is normal) and (input = indifferent) then input is indifferent
34.	if (performance is good) and (timing is long) and (input = indifferent) then input is verbal
35.	if (performance is regular) and (timing is short) and (input = indifferent) then input is indifferent

Figura 4.10: Base de regras para a variável *fuzzy* de saída *input* - Parte 1.

4.5 Exemplo de aplicação das regras

O modelo computacional da etapa de inferência *fuzzy* para a arquitetura AdaptM-Learning, envolvendo o item “a” e a dimensão entrada (*input*) para o item “b”, pode ser visualizado na Figura 4.12. Nessa figura, observa-se que as regras de 1 a 9 estão relacionadas com as variáveis *fuzzy* de entrada *performance/timing* à

```

36. if (performance is regular) and (timing is normal) and (input = indifferent) then input is
    verbal
37. if (performance is regular) and (timing is long) and (input = indifferent) then input is verbal
38. if (performance is bad) and (timing is short) and (input = indifferent) then input is verbal
39. if (performance is bad) and (timing is normal) and (input = indifferent) then input is verbal
40. if (performance is bad) and (timing is long) and (input = indifferent) then input is very_verbal
37. if (performance is good) and (timing is short) and (input = verbal) then input is very_verbal
38. if (performance is good) and (timing is normal) and (input = verbal) then input is verbal
39. if (performance is good) and (timing is long) and (input = verbal) then input is indifferent
40. if (performance is regular) and (timing is short) and (input = verbal) then input is verbal
41. if (performance is regular) and (timing is normal) and (input = verbal) then input is
    indifferent
42. if (performance is regular) and (timing is long) and (input = verbal) then input is visual
43. if (performance is bad) and (timing is short) and (input = verbal) then input is indifferent
44. if (performance is bad) and (timing is normal) and (input = verbal) then input is visual
45. if (performance is bad) and (timing is long) and (input = verbal) then input is very_visual
46. if (performance is good) and (timing is short) and (input = very_verbal) then input is very_
    verbal
47. if (performance is good) and (timing is normal) and (input = very_verbal) then input is
    very_verbal
48. if (performance is good) and (timing is long) and (input = very_verbal) then input is verbal
49. if (performance is regular) and (timing is short) and (input = very_verbal) then input is
    very_verbal
50. if (performance is regular) and (timing is normal) and (input = very_verbal) then input is
    verbal
51. if (performance is regular) and (timing is long) and (input = very_verbal) then input is
    indifferent
52. if (performance is bad) and (timing is short) and (input = very_verbal) then input is
    indifferent
53. if (performance is bad) and (timing is normal) and (input = very_verbal) then input is
    indifferent
54. if (performance is bad) and (timing is long) and (input = very_verbal) then input is visual

```

Figura 4.11: Base de regras para a variável *fuzzy* de saída *input* - Parte 2.

variável *fuzzy* de saída *content* e as regras de 10 a 54 estão relacionadas com a variável *fuzzy* de entrada e saída *input*.

Na simulação realizada no MatLab, conforme o modelo computacional da Figura 4.12, inicialmente, é realizada a “fuzificação”, onde ocorre a classificação (*matching*) das variáveis de entrada (*performance*, *timing*, *input*), com relação às respectivas variáveis linguísticas (*good*, *regular*, ..., *very verbal*).

A seguir, efetua-se o processo de inferência, avaliando quais das 189 regras são aplicáveis. Nas regras com os antecedentes ligados pelo conectivo *and*, aplica-se o operador de interseção ou o mínimo entre os antecedentes. Em cada regra, o grau de ativação da ação de controle é calculado de acordo com o grau de ativação dos antecedentes.

Ao finalizar a inferência, a ação final de controle é calculada por meio da união ou do máximo das contribuições de cada regra ativada gerando uma nova função.

Então, no processo de “defuzificação”, determina-se o valor para *content* e *input*. Esses valores serão utilizados, posteriormente, no algoritmo que realiza a escolha do melhor objeto de aprendizagem, apresentado no Cap. 5.

Além disso, foram realizadas várias simulações, com valores de entrada em diversas situações, cujos resultados são apresentados nas subseções a seguir.

Figura 4.12: Etapa de inferência *Fuzzy*: modelo computacional para a arquitetura AdaptMLearning, considerando as variáveis *fuzzy* de entrada *performance*, *timing* e *input* e as variáveis *fuzzy* de saída *content* e *input*.

Além das simulações, são apresentados resultados em gráfico de superfície, envolvendo duas variáveis de entrada e uma de saída.

Com base nas simulações, dos gráficos de superfície e dos resultados obtidos, foi possível não só identificar se o estudante deve mudar de conteúdo/assunto em estudo, mudar de conteúdo/assunto em estudo sugerindo um reforço ou ainda permanecer no mesmo conteúdo/assunto, como também, verificar se o estilo de aprendizagem, relativo à preferência de recepção da informação sofreu algum tipo de alteração.

4.5.1 Primeira simulação

Na primeira simulação realizada no MatLab, ilustrada na Figura 4.13, as variáveis *fuzzy* de entrada possuem os valores numéricos:

- $\text{performance} = 5 \Rightarrow$ indicando que o valor linguístico é *regular* com grau de pertinência igual a 1;
- $\text{timing} = 1000 \Rightarrow$ indicando que o valor linguístico é *normal* com grau de pertinência igual a 1;
- $\text{input} = 11 \Rightarrow$ indicando que o valor linguístico é *indifferent* com grau de pertinência igual a 1.

Observando as colunas associadas as variáveis *fuzzy* de saída *content* e *input* na Figura 4.13, verifica-se que foram aplicadas as regras 5 (Figura 4.8) e 32 (Figura 4.10) e o resultado obtido, após a etapa de inferência, foi:

- $\text{content} = 2 \Rightarrow$ indicando que o valor linguístico é *new-current* com grau de pertinência igual a 1;
- $\text{input} = 16,7 \Rightarrow$ indicando que o valor linguístico é *verbal* com grau de pertinência igual a 1.

4.5.2 Segunda simulação

Em uma segunda simulação no MatLab, apresentada na Figura 4.14, as variáveis *fuzzy* de entrada possuem os valores numéricos:

- $\text{performance} = 7,2 \Rightarrow$ indicando que o valor linguístico é *good* com grau de pertinência igual a 1;
- $\text{timing} = 1750 \Rightarrow$ indicando que o valor linguístico é *long* com grau de pertinência igual a 0,75 e *normal* com grau de pertinência igual a 0,25;
- $\text{input} = 2,5 \Rightarrow$ indicando que o valor linguístico é *very visual* com grau de pertinência igual a 0,75 e *visual* com grau de pertinência igual a 0,25.

Observando as colunas associadas as variáveis *fuzzy* de saída *content* e *input* na Figura 4.14, verifica-se que foram aplicadas as regras 2 e 3 da Figura 4.8 e as regras 11, 20 e 21 da Figura 4.10. Então, o resultado obtido, após a etapa de inferência, foi:

Figura 4.13: Primeira simulação no MatLab.

- $content = 1,94 \Rightarrow$ indicando que o valor linguístico é *new-current* com grau de pertinência igual a 0,97 e *new* com grau de pertinência igual a 0,03;
- $input = 7,84 \Rightarrow$ indicando que o valor linguístico é *visual* com grau de pertinência igual a 0,08 e *indifferent* com grau de pertinência igual a 0,92. A regra 11 é acionada devido ao *timing normal* com grau de pertinência igual a 0,25.

4.5.3 Terceira simulação

As variáveis *fuzzy* de entrada, na terceira simulação no MatLab representada pela Figura 4.15, possuem os valores numéricos:

Figura 4.14: Segunda simulação no MatLab.

- $performance = 5,2 \Rightarrow$ indicando que o valor linguístico é *regular* com grau de pertinência igual a 0,9 e *good* com grau de pertinência igual a 0,1;
- $timing = 900 \Rightarrow$ indicando que o valor linguístico é *short* com grau de pertinência igual a 0,1 e *normal* com grau de pertinência igual a 0,9;
- $input = 3,9 \Rightarrow$ indicando que o valor linguístico é *very visual* com grau de pertinência igual a 0,05 e *visual* com grau de pertinência igual a 0,95.

Observando as colunas associadas as variáveis *fuzzy* de saída *content* e *input* na Figura 4.15, verifica-se que foram aplicadas as regras 4 e 5 da Figura 4.8 e as regras 19, 20, 22 e 23 da Figura 4.10. Nesse caso, o resultado obtido, após a etapa de inferência, foi:

- $content = 1,99 \Rightarrow$ indicando que o valor linguístico é *new* com grau de pertinência igual a 0,995 e *new-current* com grau de pertinência igual a 0,005;
- $input = 10,3 \Rightarrow$ indicando que o valor linguístico é *indifferent* com grau de pertinência igual a 1.

Figura 4.15: Terceira simulação no MatLab.

4.5.4 Quarta simulação

Na quarta simulação no MatLab, ilustrada na Figura 4.16, as variáveis *fuzzy* de entrada possuem os valores numéricos:

- $performance = 8 \Rightarrow$ indicando que o valor linguístico é *good* com grau de pertinência igual a 1;

- $timing = 1200 \Rightarrow$ indicando que o valor linguístico é *long* com grau de pertinência igual a 0,2 e *normal* com grau de pertinência igual a 0,8;
- $input = 16,5 \Rightarrow$ indicando que o valor linguístico é *verbal* com grau de pertinência igual a 1.

Observando as colunas associadas as variáveis *fuzzy* de saída *content* e *input* na Figura 4.16), verifica-se que foram aplicadas as regras 2 e 3 da Figura 4.8 e as regras 38 e 39 da Figura 4.11. O resultado obtido, após a etapa de inferência, foi:

- $content = 1,28 \Rightarrow$ indicando que o valor linguístico é *new* com grau de pertinência igual a 0,36 e *new-current* com grau de pertinência igual a 0,64;
- $input = 14,9 \Rightarrow$ indicando que o valor linguístico é *verbal* com grau de pertinência igual a 0,45 e *indifferent* com grau de pertinência igual a 0,55.

4.5.5 Quinta simulação

Na quinta simulação no MatLab, ilustrada na Figura 4.17, as variáveis *fuzzy* de entrada possuem os valores numéricos:

- $performance = 4,5 \Rightarrow$ indicando que o valor linguístico é *bad* com grau de pertinência igual a 0,25 e *regular* com grau de pertinência igual a 0,75;
- $timing = 1800 \Rightarrow$ indicando que o valor linguístico é *long* com grau de pertinência igual a 0,8 e *normal* com grau de pertinência igual a 0,2;
- $input = 17,5 \Rightarrow$ indicando que o valor linguístico é *verbal* com grau de pertinência igual a 1.

Na Figura 4.17, observando-se as variáveis *fuzzy* de saída *content* e *input*, verifica-se que foram aplicadas as regras 5, 6, 8 e 9 da Figura 4.8 e as regras 41, 42, 44 e 45 da Figura 4.11. O resultado obtido, após a etapa de inferência, foi:

- $content = 2,69 \Rightarrow$ indicando que o valor linguístico é *current* com grau de pertinência igual a 0,345 e *new-current* com grau de pertinência igual a 0,655;
- $input = 6,53 \Rightarrow$ indicando que o valor linguístico é *visual* com grau de pertinência igual a 0,735 e *indifferent* com grau de pertinência igual a 0,265.

Figura 4.16: Quarta simulação no MatLab.

4.6 Gráficos de Superfície

Por meio da construção de gráficos de superfície no MatLab com duas variáveis de entrada e uma de saída, foram obtidos os gráficos das Figuras 4.18 a 4.23. Tendo por base esses gráficos, foi possível realizar algumas análises sobre a modelagem realizada, observar os resultados obtidos e encontrar características esperadas para o funcionamento da arquitetura.

No gráfico da Figura 4.18, observa-se que:

- se a performance é próxima de *good* ($\text{performance} \geq 7$) e *timing* é próxima de *short* ($\text{timing} \leq 500$) a saída *content* fica próxima de *new* ($\text{content} \leq 1$);
- se a performance é próxima de *bad* ($\text{performance} \leq 3$) e, basicamente, in-

Figura 4.17: Quinta Simulação no MatLab.

dependente do *timing*, a saída *content* fica em *current* ($content \geq 3$);

- quando o *timing* ultrapassa o limite esperado de estudo ($timing \geq 1000$) e a performance se aproxima de *bad* ($performance \leq 3$), gradativamente, o conteúdo muda de *new* ($content \leq 1$) para *current* ($content \geq 3$).

Com base no gráfico da Figura 4.19, identifica-se que:

- se o *timing* é próximo de *short* ($timing \leq 500$) e o *input* na entrada é *very verbal* ($input \geq 20$), muda para *very visual* na saída ($input \leq 2$);
- o *input* varia de um extremo da escala ao outro ($0 \leq input \leq 22$), conforme ocorre variação do *timing* no tempo de estudo ($0 \leq timing \leq 2000$);

Figura 4.18: Gráfico da simulação envolvendo as variáveis *fuzzy* de entrada *timing* (eixo X) e *performance* (eixo Y) e a variável *fuzzy* de saída *content* (eixo Z).

Figura 4.19: Gráfico da simulação envolvendo as variáveis *fuzzy* de entrada *timing* (eixo X) e *input* (eixo Y) e a variável *fuzzy* de saída *input* (eixo Z).

- se o *input* é próximo de *indifferent* ($8 \leq \text{input} \leq 14$) na entrada e o *timing* varia na sua escala, gradativamente, o *input* na saída, altera de *verbal* ($16 \leq \text{input} \leq 18$) a *very verbal* ($\text{input} \geq 20$).

No gráfico da Figura 4.20, verifica-se que:

- se a *performance* é próxima de *good* ($\text{performance} \geq 7$) e *timing* é próxima de *short* ($\text{timing} \leq 500$), a saída *input* não se altera;
- se a *performance* é próxima de *good* ($\text{performance} \geq 7$) e *timing* é próxima de *long* ($\text{timing} \geq 1500$), a saída *input* é, gradativamente, alterada para *verbal* ($16 \leq \text{input} \leq 18$);

- se a performance é próxima de *bad* ($\text{performance} \leq 3$) e *timing* é próxima de *long* ($\text{timing} \geq 1500$), ocorre variação no *input* de *very visual* ($\text{input} \leq 2$) para *verbal* ($16 \leq \text{input} \leq 18$).

Figura 4.20: Gráfico da simulação envolvendo as variáveis *fuzzy* de entrada *timing* (eixo X) e *performance* (eixo Y) e a variável *fuzzy* de saída *input* (eixo Z)).

Identifica-se, por meio do gráfico da Figura 4.21, que:

- não há influência na saída *content*, quando analisamos a entrada *input*, de fato, de acordo com as regras estabelecidas na modelagem, essa variável não influencia na mudança ou permanência no *content*;
- conforme o *timing* vai se aproximando de *long* ($\text{timing} \geq 1500$), o *content* é alterado para *current* ($\text{content} \geq 3$).

Figura 4.21: Gráfico da simulação envolvendo as variáveis *fuzzy* de entrada *timing* (eixo X) e *input* (eixo Y) e a variável de saída *content* (eixo Z).

No gráfico da Figura 4.22, observa-se que:

- se a performance é próxima de *good* ($\text{performance} \geq 7$), independente do *input*, a saída *content* é *new* ($\text{content} \geq 3$);
- se a performance é próxima de *bad* ($\text{performance} \leq 3$), independente do *input*, a saída *content* é *current* ($\text{content} = 0$);
- se a performance é próxima de *regular* ($4 \leq \text{performance} \leq 6$), independente do *input*, a saída *content* é próxima de *new-current* ($1 \leq \text{content} \leq 3$);
- a entrada *input* não influencia na alteração dos valores da saída *content*.

Figura 4.22: Gráfico da simulação envolvendo as variáveis de entrada performance (eixo X) e *input* (eixo Y) e a variável de saída *content* (eixo Z).

Com base no gráfico da Figura 4.23, visualiza-se que:

- se a entrada performance é próxima de *good* ($\text{performance} \geq 7$), o *input* na entrada é, praticamente, reproduzido na saída;
- se a entrada performance é próxima de *bad* ($\text{performance} \leq 3$), o *input* na entrada se altera na saída (*verbal* ($16 \leq \text{input} \leq 18$) para *visual* ($4 \leq \text{input} \leq 6$) ou *visual* ($4 \leq \text{input} \leq 6$) para *verbal* ($16 \leq \text{input} \leq 18$)).

4.7 Conclusão

Neste Capítulo, foi apresentada a técnica de inteligência computacional “Computação *Fuzzy*”, associada à proposta de arquitetura AdatpMLearning, envolvendo os estilos de aprendizagem e questões de desempenho de um estudante em um assunto de um curso, com o objetivo de avaliar se essa técnica fornece

Figura 4.23: Gráfico da simulação envolvendo as variáveis de entrada *performance* (eixo X) e *input* (eixo Y) e a variável de saída *input* (eixo Z).

subsídios para determinar o espaço de busca do melhor objeto de aprendizagem que se adequa à situação do estudante [19] [148] [137].

Essa técnica foi simulada com o *Fuzzy Logic ToolBox for MatLab* [150], utilizando o método de “defuzzificação” centro de área [139] e o método de inferência Mandani [151]. Além disso, foram definidas:

- as variáveis *fuzzy* de entrada *performance* e *timing*, relacionadas ao desempenho e tempo de estudo em um assunto de um curso, além das variáveis *fuzzy*, associadas aos estilos de aprendizagem *input*, *processing*, *understanding* e *perception*, relativas às dimensões do modelo FSLSM [25] e descritas as respectivas funções de pertinência;
- a elaboração de uma base, contendo 189 regras de inferência que, na ausência de um especialista no assunto, foram definidas pelo conhecimento dos autores e de artigos nos assuntos estilos de aprendizagem, educação e psicologia cognitiva [15] [25] [42]; e
- as variáveis *fuzzy* de saída *content*, *input*, *processing*, *understanding* e *perception* e suas funções de pertinência.

Por meio das simulações realizadas no MatLab e analisando os resultados obtidos com os seus gráficos, foi possível identificar:

- se o estudante deve mudar de conteúdo/assunto em estudo, mudar, sugerindo um reforço ou ainda permanecer;
- se os estilo de aprendizagem de um estudante tem alguma atualização, quando há um baixo desempenho ou um tempo de estudo superior ao definido para o assunto de um curso.

Por esses fatos, avalia-se que a técnica “computação *fuzzy*” mostra-se adequada ao proposto na AdaptMLearning.

5 Algoritmo que implementa a adaptação

Neste capítulo, são apresentados os algoritmos do *Adaptation Module*, relacionados à adaptação de conteúdo proposta para a arquitetura AdaptMLearning, gerando a publicação [152]. Para isso, com base em [1], [4], [5], [25], [136], [153] e [154] são apresentadas algumas considerações na Seção 5.1, destacando o relacionamento entre atributos de algumas categorias do IEEE 1484.12.1 e os estilos de aprendizagem do estudante, além de questões a respeito dos dispositivos tecnológicos e dos tipos de mídia. A modelagem do problema associada aos objetos e aos estilos de aprendizagem, bem como os cálculos envolvidos são apresentados na Seção 5.2. Na Seção 5.3, são mostrados os resultados obtidos com a aplicação da modelagem, utilizando-se diferentes configurações de estilos de aprendizagem de estudantes e objetos de aprendizagem. Os algoritmos elaborados, baseados nas considerações e na modelagem do problema, são apresentados na Seção 5.4. Por fim, na Seção 5.5, são realizadas conclusões sobre a solução proposta.

5.1 Considerações iniciais

A proposta de algoritmo, que implementa a adaptação de conteúdo, inserida no *Adaptation Module* da arquitetura AdaptMLearning, envolve:

- a) As palavras-chave da categoria Geral do LOM, que são utilizadas na aquisição dos objetos de aprendizagem, relacionadas às palavras-chave da tabela de conteúdo programático, tal como exemplificado na Tabela 3.1. Considera-se que os objetos de aprendizagem são, adequadamente, catalogados e as palavras-chave, que os descrevem, são suficientes para obter os objetos associados ao assunto em estudo, similar ao descrito em [85].
- b) O desempenho de um estudante em atividades e o tempo de estudo em um conteúdo relacionados ao *Performance Module* são analisados com base na tabela de conteúdo programático e da aplicação da computação *fuzzy* para

verificar se ocorre avanço na sequência de um curso, conforme descrito no Capítulo 4.

- c) Avaliação, para observar se houve alguma alteração nos estilos de aprendizagem de um estudante, segundo o modelo FSLSM, é realizada pela aplicação da computação *fuzzy* associada ao *Learning Styles Module* e a relação desses estilos com as categorias técnica e educacional do LOM.
- d) Alguns dados sobre o dispositivo utilizado para estudo, obtidos do *Technology Module* pela mensagem *Technology Information*, conforme apresentado na Seção 3.1.3.1. Esses dados estão relacionados com a categoria técnica do LOM.
- e) Os conhecimentos pré-adquiridos do estudante, obtidos do *Knowledge Module* e associados aos assuntos da tabela de conteúdo programático.
- f) As regras de adaptação informadas pelo professor aplicáveis ao seu curso obtidas do *Adaptation Rules Module*.
- g) As preferências por determinado tipo de mídia informadas pelo estudante e obtidas por meio do *Learners and Courses Module*.

As categorias técnica e educacional do LOM, apresentadas nas Tabelas 2.3 e 2.4, têm atributos que detalham os objetos de aprendizagem e permitem uma associação com os estilos de aprendizagem. Com base nessa associação, foi elaborado um método que permite a adaptação pela arquitetura AdaptMLearning.

O atributo *format* da categoria técnica permite avaliar a possibilidade de apresentação do objeto de aprendizagem no dispositivo utilizado para estudo, além disso, considera-se que tem relação com todos os estilos de aprendizagem. Esse atributo é definido por *type/subtype*, no qual *type* possui como valores: *video*, *audio*, *text* e *application*; a partir de uma análise de suas informações, mais especificamente do *type*, é avaliado o grau de pertinência ou não do objeto aos estilos de aprendizagem.

Os atributos da categoria educacional selecionados são:

- *learning resource type*: representa o tipo específico do objeto de aprendizagem, pode ter entre 1 a 10 valores possíveis, no qual o tipo mais dominante deve vir primeiro. Tem como valores possíveis: *exercise*, *simulation*, *questionnaire*, *diagram*, *figure*, *graph*, *index*, *slide*, *table*, *narrative text*, *exam*,

experiment, *problem statement*, *self assessment* ou *lecture*. Neste trabalho, considera-se que esse atributo relaciona-se aos estilos:

- *input*, devido às características visuais ou não dos seus valores; e
 - *processing*, pela possibilidade de menor ou maior interação, dependendo do seu valor.
- *interactivity level*: representa o grau de interatividade que caracteriza o objeto de aprendizagem. Nesse contexto, a interatividade refere-se ao quanto o aprendiz pode influenciar o aspecto ou comportamento do objeto. Os valores são: *very low*, *low*, *medium*, *high*, *very high*. Nesta proposta, considera-se que esse atributo relaciona-se aos estilos:
 - *perception*, por entender que quanto maior o nível de interatividade, mais favorecido é o estilo intuitivo;
 - *processing*, pois o nível de interatividade mais alto possibilita uma maior experimentação, favorecendo o processamento mais ativo;
 - *understanding*, pela indicação de que um nível de interatividade menor no objeto, há maior probabilidade da informação estar de forma encadeada e lógica, favorecendo o estilo sequencial.
 - *interactivity type*: representa o modo predominante de aprendizagem suportado pelo objeto de aprendizagem. Os valores são: *active*, *expositive*, *mixed*. Na proposta deste trabalho, considera-se que esse atributo influencia os estilos:
 - *processing*, por entender que dependendo do tipo de interatividade há um processamento mais ativo ou reflexivo da informação;
 - *perception*, porque uma interatividade ativa favorece a percepção sensorial da informação e a expositiva uma percepção intuitiva;
 - *understanding*, devido à interatividade expositiva ter maior probabilidade da informação estar de forma encadeada e lógica.
 - *semantic density*: representa o grau de concisão de um objeto de aprendizagem. O grau de concisão significa a quantidade de informação por tempo, espaço ou tamanho. Os valores são: *very low*, *low*, *medium*, *high*, *very high*. Nesta proposta, considera-se que esse atributo relaciona-se ao estilo *perception*, por identificar que uma alta densidade semântica contém menos detalhes sobre o assunto no objeto e é mais próxima do intuitivo, enquanto que baixa densidade é mais próxima do sensorial.

- *difficulty*: indica a dificuldade do público-alvo em trabalhar com ou por meio do objeto de aprendizagem. Os valores são: *very easy*, *easy*, *medium*, *difficult*, *very difficult*. Considera-se que esse atributo influencia o estilo *perception*, por entender que maior complicação associada ao objeto favorece ao estilo intuitivo e menor ao sensorial.

Com base nas considerações sobre os estilos de aprendizagem e dos atributos para as categorias do LOM descritos, foram elaboradas tabelas contendo os estilos de aprendizagem, os atributos do LOM e pesos, conforme Tabelas 5.1 a 5.9. Nessas tabelas, pode-se observar que foram utilizados os seguintes critérios:

- peso menor: representa maior proximidade do valor do atributo para o estilo e;
- peso maior: indica maior distância do valor do atributo para o estilo.

Essas considerações e sua associação com os pesos fornecem flexibilidade ao modelo, permitindo que os valores para os pesos sejam, facilmente, alterados tendo em vista futuras análises efetuadas por especialistas em psicologia cognitiva e educação.

Tabela 5.1: Atributo *learningResourceType* da categoria educacional do LOM, possíveis valores e os pesos, considerados para a dimensão *input* do modelo FSLSM. (*others* representa *exercise*, *simulation*, *questionnaire*, *exam*, *experiment*, *problem statement*, *self assessment*).

<i>user style</i>	<i>diagram, figure, graph</i>	<i>slide, table</i>	<i>index</i>	<i>narrative text, lecture</i>	<i>others</i>
<i>very visual</i>	0	1	3	2	0
<i>visual</i>	0	0	3	2	0
<i>indifferent</i>	0	0	0	0	0
<i>verbal</i>	3	2	0	0	0
<i>very verbal</i>	3	2	0	1	0

Tabela 5.2: Atributo *learningResourceType* da categoria educacional do LOM, possíveis valores e os pesos, considerados para a dimensão *understanding* do modelo FSLSM.

<i>user style</i>	<i>any</i>
<i>very sequential</i>	0
<i>sequential</i>	0
<i>indifferent</i>	0
<i>global</i>	0
<i>very global</i>	0

Tabela 5.3: Atributo *learningResourceType* da categoria educacional do LOM, possíveis valores e os pesos, considerados para a dimensão *perception* do modelo FSLSM.

<i>user style</i>	<i>any</i>
<i>very sequential</i>	0
<i>sequential</i>	0
<i>indifferent</i>	0
<i>global</i>	0
<i>very global</i>	0

Tabela 5.4: Atributo *learningResourceType* da categoria educacional do LOM, possíveis valores e os pesos, considerados para a dimensão *processing* do modelo FSLSM. (*others* representa *exercise, simulation, diagram, figure, graph, index, table, narrative text, lecture*).

<i>user style</i>	<i>experiment, simulation, others</i>	<i>exam,problem statement, exercise, questionnaire, self assessment</i>
<i>very active</i>	0	2
<i>active</i>	0	1
<i>indifferent</i>	0	0
<i>reflexive</i>	1	0
<i>very reflexive</i>	2	0

Tabela 5.5: Atributo *semantic density* da categoria educacional do LOM, possíveis valores e os pesos, considerados para as dimensões do modelo FSLSM.

<i>user style</i>	<i>very low</i>	<i>low</i>	<i>medium</i>	<i>high</i>	<i>very high</i>
<i>very visual</i>	0	0	0	0	0
<i>visual</i>	0	0	0	0	0
<i>indifferent</i>	0	0	0	0	0
<i>verbal</i>	0	0	0	0	0
<i>very verbal</i>	0	0	0	0	0
<i>very sequential</i>	0	0	0	0	0
<i>sequential</i>	0	0	0	0	0
<i>indifferent</i>	0	0	0	0	0
<i>global</i>	0	0	0	0	0
<i>very global</i>	0	0	0	0	0
<i>very active</i>	0	0	0	0	0
<i>active</i>	0	0	0	0	0
<i>indifferent</i>	0	0	0	0	0
<i>reflexive</i>	0	0	0	0	0
<i>very reflexive</i>	0	0	0	0	0
<i>very sensorial</i>	0	0	1	2	2

Continua...

Tabela 5.5 – Continuação

<i>user style</i>	<i>very low</i>	<i>low</i>	<i>medium</i>	<i>high</i>	<i>very high</i>
<i>sensorial</i>	0	0	0	1	1
<i>indifferent</i>	0	0	0	0	0
<i>intuitive</i>	1	1	0	0	0
<i>very intuitive</i>	2	2	1	0	0

Tabela 5.6: Atributo *interactivity Level* da categoria educacional do LOM, possíveis valores e os pesos, considerados para as dimensões do modelo FSLSM.

<i>user style</i>	<i>very low</i>	<i>low</i>	<i>medium</i>	<i>high</i>	<i>very high</i>
<i>very visual</i>	0	0	0	0	0
<i>visual</i>	0	0	0	0	0
<i>indifferent</i>	0	0	0	0	0
<i>verbal</i>	0	0	0	0	0
<i>very verbal</i>	0	0	0	0	0
<i>very sequential</i>	0	1	1	2	3
<i>sequential</i>	1	0	0	2	3
<i>indifferent</i>	0	0	0	0	0
<i>global</i>	3	2	0	0	1
<i>very global</i>	3	2	1	1	0
<i>very active</i>	4	3	2	1	0
<i>active</i>	3	2	1	0	0
<i>indifferent</i>	0	0	0	0	0
<i>reflexive</i>	0	0	1	2	3
<i>very reflexive</i>	0	1	2	3	4
<i>very sensorial</i>	0	0	1	2	2
<i>sensorial</i>	0	0	0	1	1
<i>indifferent</i>	0	0	0	0	0
<i>intuitive</i>	1	1	0	0	0
<i>very intuitive</i>	2	2	1	0	0

Tabela 5.7: Atributo *difficulty* da categoria educacional do LOM, possíveis valores e os pesos, considerados para as dimensões do modelo FSLSM.

<i>user style</i>	<i>very easy</i>	<i>easy</i>	<i>medium</i>	<i>high</i>	<i>very high</i>
<i>very visual</i>	0	0	0	0	0
<i>visual</i>	0	0	0	0	0
<i>indifferent</i>	0	0	0	0	0
<i>verbal</i>	0	0	0	0	0
<i>very verbal</i>	0	0	0	0	0
<i>very sequential</i>	0	0	0	0	0
<i>sequential</i>	0	0	0	0	0
<i>indifferent</i>	0	0	0	0	0
<i>global</i>	0	0	0	0	0
<i>very global</i>	0	0	0	0	0
<i>very active</i>	0	0	0	0	0
<i>active</i>	0	0	0	0	0
<i>indifferent</i>	0	0	0	0	0
<i>reflexive</i>	0	0	0	0	0
<i>very reflexive</i>	0	0	0	0	0
<i>very sensorial</i>	0	0	0	2	3
<i>sensorial</i>	0	0	0	1	2
<i>indifferent</i>	0	0	0	0	0
<i>intuitive</i>	2	1	0	0	0
<i>very intuitive</i>	3	2	0	0	0

Nos últimos anos, os dispositivos utilizados para estudo têm sofrido avanços tecnológicos significativos. Por exemplo, o surgimento e aceitação do iPad da Apple, a partir de janeiro de 2010 [154], desencadeou o desenvolvimento e produção de *tablets* por outras empresas colaborando para o seu barateamento e consequente disseminação entre as pessoas. Comparando os *tablets* com outros dispositivos móveis, como celulares e *smartphones*, pode-se identificar que há uma maior facilidade de visualização e leitura de qualquer recurso nesse dispositivo devido ao seu visor com maiores dimensões. Além disso, tem-se um ganho de velocidade na digitação dos dados por meio das telas *touch screen* e teclados virtuais [52].

Em dispositivos como celulares e *smartphones*, as características de tamanho do visor/tela e tipo de teclado podem dificultar a manipulação do objeto de aprendizagem, leitura e entrada de dados, desmotivando o estudo por parte do aluno [53]. Mesmo nos *tablets*, apesar do visor com uma maior dimensão e do ganho de velocidade na digitação dos dados, também há dificuldades, para algumas pessoas, se compararmos aos *notebooks* e aos computadores pessoais com telas maiores e teclados padrão, tipo QWERTY [52].

Além dos aspectos tamanho do visor/tela e teclado, há outras características técnicas do dispositivo, tais como: a quantidade de memória disponível, tipo de conexão de rede, sistema operacional, tipo do navegador, etc., que podem influenciar na qualidade do estudo [50] [51].

Tabela 5.8: Atributo *interactivity type* da categoria educacional do LOM, possíveis valores e os pesos, considerados para as dimensões do modelo FLSM.

<i>user style</i>	<i>mixed</i>	<i>active</i>	<i>expositive</i>
<i>very visual</i>	0	0	0
<i>visual</i>	0	0	0
<i>indifferent</i>	0	0	0
<i>verbal</i>	0	0	0
<i>very verbal</i>	0	0	0
<i>very sequential</i>	1	0	2
<i>sequential</i>	0	0	2
<i>indifferent</i>	0	0	0
<i>global</i>	0	2	0
<i>very global</i>	1	2	0
<i>very active</i>	1	0	2
<i>active</i>	0	0	1
<i>indifferent</i>	0	0	0
<i>reflexive</i>	0	1	0
<i>very reflexive</i>	1	2	0
<i>very sensorial</i>	1	2	0
<i>sensorial</i>	0	2	0
<i>indifferent</i>	0	0	0
<i>intuitive</i>	0	0	2
<i>very intuitive</i>	1	0	2

Tabela 5.9: Atributo *format* da categoria técnica do LOM, alguns possíveis valores para o *type* e os pesos considerados para as escalas do modelo FSLSM.

<i>user style</i>	<i>video, image,</i>	<i>audio, text</i>	<i>application</i>	<i>model, message, multipart</i>
<i>very visual</i>	0	2	1	0
<i>visual</i>	0	2	1	0
<i>indifferent</i>	0	0	0	0
<i>verbal</i>	2	0	1	0
<i>very verbal</i>	2	0	1	0
<i>very sequential</i>	0	0	3	0
<i>sequential</i>	1	1	2	0
<i>indifferent</i>	0	0	0	0
<i>global</i>	2	2	1	0
<i>very global</i>	3	3	0	0
<i>very active</i>	2	2	0	0
<i>active</i>	1	1	0	0
<i>indifferent</i>	0	0	0	0
<i>reflexive</i>	0	1	1	0
<i>very reflexive</i>	0	2	2	0
<i>very sensorial</i>	0	0	1	0
<i>sensorial</i>	0	0	2	0
<i>indifferent</i>	0	0	0	0
<i>intuitive</i>	1	1	0	0
<i>very intuitive</i>	1	1	0	0

Assim, considera-se que na *Technology Database* são armazenados os tipos de dispositivos da Tabela 5.10. Além disso, que cada tipo/modelo de dispositivo possui os atributos descritos na Seção 3.1.3.1. Também, que os aspectos técnicos do dispositivo estão relacionados à categoria técnica do LOM, conforme a Tabela 5.11.

Por simplificação, na implementação desta proposta, considera somente os requisitos técnicos tamanho do visor/tela e tipo de teclado, associados aos dispositivos (*Technology Information*), descritos no atributo *otherPlatformRequirements* do LOM.

O tamanho do visor/tela é dado em polegadas, por exemplo: um monitor de 13,3 polegadas seria representado como *monitorSize=13.3*.

O tipo de teclado corresponde aos valores disponíveis na Tabela 5.12. Então, um teclado do tipo *standard* seria descrito como *keyboardType=standard*, logo após, o tamanho do visor/tela separado por “;” no atributo *otherPlatformRequirements* do LOM.

As mídias consideradas neste trabalho são: *audio*, *video*, *text*, *simulation*, *educative game*, *animation*, baseado na relação de mídias dos objetos de apren-

Tabela 5.10: Tipos de dispositivos considerados neste trabalho.

Tipo de Dispositivo
Celular
<i>Smartphone</i>
<i>Tablet\iPAD</i>
<i>Netbook</i>
<i>Notebook</i>
PC
Televisão
Outro

Tabela 5.11: Aspectos técnicos do dispositivo e a relação com os atributos da categoria técnica do LOM

Atributo LOM	Atributo do <i>Technology Database</i>
<i>format</i>	<i>t8</i>
<i>size</i>	<i>t7</i>
<i>requirement</i>	<i>t5, t6, t8</i>
<i>installationRemarks</i>	<i>t8</i>
<i>otherPlatformRequirements</i>	<i>t3, t4, t8, t9, t10</i>
<i>duration</i>	<i>t11</i>

Tabela 5.12: Tipos de teclado, obtidos de [4] e [5].

Tipos de Teclado
<i>Standard</i>
<i>Laptop size</i>
<i>Thumbboard</i>
<i>Keyset</i>
<i>Software keyboard</i>
<i>Foldable</i>
<i>Projection Keyboard</i>

dizagem do projeto Condigital, produzidos pela Universidade Cruzeiro do Sul, financiados pelo MEC/SEED [153]. No início de cada curso, deve ser fornecida ao estudante uma possibilidade de classificar os tipos de mídia com os valores de 1 a 5, nos quais 5 indica preferência máxima e 1 baixa preferência.

Na referência do tipo de mídia/recurso digital, relativa ao objeto de aprendizagem, é utilizado o atributo *description* da categoria geral do LOM, para armazenar o *media type*, contendo a informação de uma ou mais mídias que compõem o objeto separadas por “;”, visto que é possível um objeto ser constituído de múltiplas mídias.

Segundo [1], o atributo *description* da categoria geral deve armazenar uma descrição textual do conteúdo do objeto de aprendizagem. Assim, esse atributo é adequado para descrever os tipos de mídias que o objeto contém.

A avaliação das escolhas dos tipos de mídia pelo estudante, associadas a um determinado objeto “Obj”, deve ser realizada como um valor médio que considera a soma dos valores das mídias, classificadas pelo estudante, que estão contidas no objeto “Obj” dividida pela quantidade de mídias do objeto “Obj”, conforme apresenta a Equação 5.1.

$$MediaMidiasObj = \frac{\sum_{i=1}^{totalMidiasObj} M_i}{totalMidiasObj} \quad (5.1)$$

Onde M_i corresponde à classificação realizada pelo estudante para a i -ésima mídia do objeto, ou seja, $1 \leq M_i \leq 5$.

5.2 Modelagem do problema para os estilos de aprendizagem

Considerando um objeto O_k do repositório *Learning Objects* da AdaptMLearning, com base nas informações de catalogação para O_k e das Tabelas 5.1 a 5.9, monta-se uma tabela, denominada $TabLOMLS_{O_k}$, contendo, em cada linha, os valores das dimensões de cada estilo de aprendizagem, e, em cada coluna, os atributos LOM: *learning resource type*, *interactivity level*, *interactivity type*, *semantic density*, *difficulty* e *format (type)*.

Nessa tabela, os valores dos atributos LOM para O_k devem ser representados com sua multiplicidade. Por exemplo, o atributo *learning resource type* que possui multiplicidade 10, indica que o atributo pode conter de 1 até 10 valores possíveis para um dado objeto. Assim, na modelagem desse problema, considera-se a

representação da multiplicidade como um vetor peso, no qual os valores não existentes são representados por $\#$.

Dessa forma, o vetor peso do objeto O_k , relacionado aos atributos da categoria técnica e educacional do LOM e associado às dimensões do estilo de aprendizagem é descrito pela Equação 5.2. Os elementos da Equação 5.2 correspondem aos vetores peso dos atributos do IEEE 1484.12.1, associados aos estilos de aprendizagem do modelo FSLSM para o objeto k .

$$\overrightarrow{fls_{O_k}} = (\overrightarrow{flrt_{O_k}}, \overrightarrow{fil_{O_k}}, \overrightarrow{fit_{O_k}}, \overrightarrow{fsd_{O_k}}, \overrightarrow{fd_{O_k}}, \overrightarrow{ff_{O_k}}) \quad (5.2)$$

Discriminando os atributos para cada vetor peso da Equação 5.2, tem-se:

- $\overrightarrow{flrt_{O_k}}$: *learning resource type*;
- $\overrightarrow{fil_{O_k}}$: *interactivity level*;
- $\overrightarrow{fit_{O_k}}$: *interactivity type*;
- $\overrightarrow{fsd_{O_k}}$: *semantic density*;
- $\overrightarrow{fd_{O_k}}$: *difficulty*;
- $\overrightarrow{ff_{O_k}}$: *format*.

Por sua vez, sabe-se que, em certo momento de estudo, um estudante E_j possui um valor de estilo para cada uma das quatro dimensões do modelo FSLSM. Assim, com base na tabela $TabLOMLS_{O_k}$ e nos estilos do estudante E_j pode-se montar o seu vetor peso selecionando as linhas da tabela relacionadas aos estilos de E_j , obtendo um vetor similar à Equação 5.3.

$$\overrightarrow{fp_{E_j O_k}} = (\overrightarrow{fi_{E_j O_k}}, \overrightarrow{fu_{E_j O_k}}, \overrightarrow{fo_{E_j O_k}}, \overrightarrow{fe_{E_j O_k}}) \quad (5.3)$$

Onde:

- $\overrightarrow{fp_{E_j O_k}}$ corresponde ao vetor peso envolvendo os estilos do estudante E_j nas quatro dimensões do modelo FSLSM para o objeto O_k ;
- $\overrightarrow{fi_{E_j O_k}}, \overrightarrow{fu_{E_j O_k}}, \overrightarrow{fo_{E_j O_k}}, \overrightarrow{fe_{E_j O_k}}$ são os vetores obtidos da tabela $TabLOMLS_{O_k}$, relacionados aos estilos individuais do estudante E_j e ao objeto O_k .

Dado o vetor dos estilos de aprendizagem, sabe-se que cada uma das suas componentes possui sua importância e contribuição, dependendo do valor do atributo, associado aos estilos de aprendizagem do estudante, e, com o objetivo de ter um valor numérico para o peso do objeto O_k em uma dimensão dos estilos e para poder comparar seus valores, será utilizada a norma do vetor relativa a essa dimensão $\overrightarrow{fls_{O_k}}$ e suas componentes $\overrightarrow{flrt_{O_k}}$, $\overrightarrow{fil_{O_k}}$, $\overrightarrow{fit_{O_k}}$, $\overrightarrow{fsd_{O_k}}$, $\overrightarrow{fd_{O_k}}$ e $\overrightarrow{ff_{O_k}}$.

Por exemplo, a norma do atributo *learning resource type*, considerando sua multiplicidade, é representada por $|\overrightarrow{flrt_{O_k}}|$ e obtida pela Equação 5.4.

$$|\overrightarrow{flrt_{O_k}}| = \sqrt{flrt_1^2 + flrt_2^2 + \dots + flrt_{10}^2} \quad (5.4)$$

Onde:

- Os lrt_i 's representam os valores para o *learning resource type* na i -ésima posição do vetor $\overrightarrow{flrt_{O_k}}$. Os valores dos elementos lrt_i que são inexistentes, não são considerados no cálculo da norma.

Para $\overrightarrow{fsd_{O_k}}$, $\overrightarrow{fd_{O_k}}$, $\overrightarrow{fil_{O_k}}$ e $\overrightarrow{fit_{O_k}}$ a norma $|\overrightarrow{fsd_{O_k}}|$, $|\overrightarrow{fd_{O_k}}|$, $|\overrightarrow{fil_{O_k}}|$ e $|\overrightarrow{fit_{O_k}}|$ será o próprio valor do atributo, ou seja, 0 ou 1.

O valor da norma para $\overrightarrow{ff_{O_k}}$ é dada pela Equação 5.5.

$$|\overrightarrow{ff_{O_k}}| = \sqrt{ff_1^2 + ff_2^2 + \dots + ff_{40}^2} \quad (5.5)$$

Onde:

- Os ff_i 's representam os valores para o atributo *format* da categoria técnica do LOM. Os valores dos elementos ff_i que são inexistentes, não são considerados no cálculo da norma.

A norma para uma dimensão do estilo de aprendizagem (ls), denominada $|\overrightarrow{fls_{O_k}}|$, é, então, obtida pela Equação 5.6.

$$|\overrightarrow{fls_{O_k}}| = \sqrt{|\overrightarrow{flrt_{O_k}}|^2 + |\overrightarrow{fil_{O_k}}|^2 + |\overrightarrow{fit_{O_k}}|^2 + |\overrightarrow{fsd_{O_k}}|^2 + |\overrightarrow{fd_{O_k}}|^2 + |\overrightarrow{ff_{O_k}}|^2} \quad (5.6)$$

Assim, a norma associada ao vetor peso total do estudante E_j e relacionada ao objeto O_k , denominada $|\overrightarrow{fp_{E_jO_k}}|$, pode ser calculada pela Equação 5.7.

$$|\overrightarrow{fp_{E_jO_k}}| = \sqrt{|\overrightarrow{fi_{E_jO_k}}|^2 + |\overrightarrow{fu_{E_jO_k}}|^2 + |\overrightarrow{fo_{E_jO_k}}|^2 + |\overrightarrow{fe_{E_jO_k}}|^2} \quad (5.7)$$

Onde:

- $i = input$;
- $u = understanding$;
- $o = processing$; ou
- $e = perception$.

Além da norma descrita anteriormente, é utilizada a norma ponderada, que representa a norma de cada componente, dividida pelo total de elementos diferentes de $\#$ para essa componente e representada por $|\overrightarrow{flsm}_{O_k}|$. Então, o seu valor para cada dimensão do estilo de aprendizagem é calculado pela Equação 5.8.

$$|\overrightarrow{flsm}_{O_k}| = \sqrt{\frac{|\overrightarrow{flrt}_{O_k}|^2}{tlrt_{O_k}} + \frac{|\overrightarrow{fil}_{O_k}|^2}{til_{O_k}} + \frac{|\overrightarrow{fit}_{O_k}|^2}{tit_{O_k}} + \frac{|\overrightarrow{fsd}_{O_k}|^2}{tsd_{O_k}} + \frac{|\overrightarrow{fd}_{O_k}|^2}{td_{O_k}} + \frac{|\overrightarrow{ff}_{O_k}|^2}{tf_{O_k}}} \quad (5.8)$$

Dessa forma, a norma ponderada associada ao vetor peso total dos estilos de aprendizagem do estudante E_j e relacionada ao objeto O_k , denominada $|\overrightarrow{fpm}_{E_j O_k}|$, pode ser encontrada pela Equação 5.9.

$$|\overrightarrow{fpm}_{E_j O_k}| = \sqrt{|\overrightarrow{fim}_{E_j O_k}|^2 + |\overrightarrow{fum}_{E_j O_k}|^2 + |\overrightarrow{fom}_{E_j O_k}|^2 + |\overrightarrow{fem}_{E_j O_k}|^2} \quad (5.9)$$

Onde:

- $i = input$;
- $u = understanding$;
- $o = processing$; ou
- $e = perception$.

Baseando-se nos dados obtidos para os estilos de aprendizagem do estudante E_j e dos valores dos pesos para os O_k 's objetos selecionados, calcula-se:

- a) as normas e as normas ponderadas dos O_k 's objetos selecionados, para cada estilo individual de aprendizagem de E_j ;
- b) as normas e as normas ponderadas dos O_k 's objetos selecionados, envolvendo todas as dimensões dos estilos de aprendizagem de E_j ;

- c) a votação, que avalia a quantidade de vezes que um objeto de aprendizagem, é a melhor opção, segundo as normas individuais para os estilos de aprendizagem calculadas no item “a”.

Considerando os valores obtidos com os cálculos dos itens “a” a “c”, realiza-se uma ordenação, similar à ordenação léxica multidimensional apresentada em [136], e monta-se uma tabela contendo os objetos ordenados, conforme ilustra a Figura 5.1, segundo o critério de classificação:

- normas (itens a e b): como a ordenação dos dados é crescente, o menor valor indica objeto mais adequado;
- votação (item c): como a ordenação dos dados é decrescente, o maior valor indica melhor objeto.

Significado para a linha		Posição				
		Critério de Ordenação	1	.	.	n
Norma ou Norma ponderada para o estilo <i>input</i>	→	$\ f_{i_{E_{iok}}}^{\rightarrow}\ $ ou $\ f_{im_{E_{iok}}}^{\rightarrow}\ $				
Norma ou Norma Ponderada para o estilo <i>understanding</i>	→	$\ f_{u_{E_{iok}}}^{\rightarrow}\ $ ou $\ f_{um_{E_{iok}}}^{\rightarrow}\ $				
Norma ou Norma Ponderada para o estilo <i>processing</i>	→	$\ f_{o_{E_{iok}}}^{\rightarrow}\ $ ou $\ f_{om_{E_{iok}}}^{\rightarrow}\ $				
Norma ou Norma Ponderada para o estilo <i>perception</i>	→	$\ f_{e_{E_{iok}}}^{\rightarrow}\ $ ou $\ f_{em_{E_{iok}}}^{\rightarrow}\ $				
Norma ou Norma Ponderada de todos os estilos	→	$\ f_{p_{E_{iok}}}^{\rightarrow}\ $ ou $\ f_{pm_{E_{iok}}}^{\rightarrow}\ $				
Total de vezes que um objeto é a melhor opção	→	Votação				

Figura 5.1: Modelo de tabela $TabLOMLS_{O_k}$ contendo a relação ordenada dos O_k 's objetos selecionados, coincidentes com as características do estudante E_i segundo algum critério de classificação .

Os critérios de classificação norma/norma ponderada de todos os estilos e votação podem ser utilizados na escolha do objeto mais adequado.

5.3 Exemplo da modelagem relativa aos estilos de aprendizagem

Supondo que os estudantes E_1 , E_2 , E_3 , E_4 e E_5 estão utilizando seus dispositivos no curso exemplo da Tabela 3.1. Além disso, que E_1 , E_2 , E_3 , E_4 e E_5 realizaram uma avaliação dos conhecimentos pré-adquiridos e verificaram que não tinham nenhum conhecimento que os dispensasse do estudo de algum dos assuntos do curso.

Os estilos de aprendizagem, iniciais para esses estudantes, são apresentados na Tabela 5.13.

Tabela 5.13: Estilos de aprendizagem inicial dos estudantes E_1 , E_2 , E_3 , E_4 e E_5 .

<i>Dimensões do estilo de aprendizagem</i>	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5
<i>input</i>	<i>very visual</i>	<i>verbal</i>	<i>visual</i>	<i>indifferent</i>	<i>verbal</i>
<i>understanding</i>	<i>indifferent</i>	<i>sequential</i>	<i>sequential</i>	<i>indifferent</i>	<i>global</i>
<i>processing</i>	<i>very active</i>	<i>reflexive</i>	<i>active</i>	<i>reflexive</i>	<i>indifferent</i>
<i>perception</i>	<i>very intuitive</i>	<i>indifferent</i>	<i>intuitive</i>	<i>indifferent</i>	<i>sensorial</i>

Supondo também que no repositório *Learning Objects* do AdaptMLearning há sete objetos de aprendizagem O_1 a O_7 , possíveis de serem apresentados, adequadamente, nos dispositivos dos estudantes e com as palavras-chave, coincidentes com o próximo assunto de estudo para os estudantes E_1 a E_5 .

Os objetos O_1 a O_7 e os valores para os atributos selecionados da categoria Técnica e Educacional do LOM são os apresentados na Figura 5.2.

Com base nos valores para esses objetos de aprendizagem, foram montadas suas tabelas, contendo os pesos em função dos estilos de aprendizagem. Um exemplo da tabela de pesos, envolvendo os estilos de aprendizagem, associados ao objeto O_1 é ilustrado na Figura 5.3. Nela, é possível identificar os valores dos pesos para cada valor do atributo da categoria LOM, associada aos estilos de aprendizagem dos estudantes, além da norma e da norma ponderada individual de cada estilo.

Os valores da norma e norma ponderada para todos os objetos de aprendizagem de O_1 a O_7 , envolvendo os estudantes E_1 a E_5 são apresentados na Figura 5.4.

Considerando todos os objetos O_1 a O_7 , as normas e normas ponderadas individuais para os estilos de aprendizagem, as que envolvem todos os estilos e o

Objeto	<i>learning resource type</i>	<i>Interactivity level</i>	<i>Interactivity type</i>	<i>Semantic density</i>	<i>Difficulty</i>	<i>Format (type)</i>
1	<i>figure, table, narrative text, questionnaire e exam</i>	<i>low</i>	<i>expositive</i>	<i>medium</i>	<i>medium</i>	<i>image e text</i>
2	<i>slide e exam</i>	<i>medium</i>	<i>mixed</i>	<i>low</i>	<i>easy</i>	<i>text e image</i>
3	<i>figure e exam</i>	<i>low</i>	<i>expositive</i>	<i>very high</i>	<i>difficulty</i>	<i>video, áudio e text</i>
4	<i>simulation e exam</i>	<i>very high</i>	<i>active</i>	<i>high</i>	<i>medium</i>	<i>application e text</i>
5	<i>figure, graph, table, narrative text e exam</i>	<i>low</i>	<i>mixed</i>	<i>low</i>	<i>very easy</i>	<i>Image e text</i>
6	<i>simulation, figure, diagram, narrative text e exam</i>	<i>medium</i>	<i>mixed</i>	<i>medium</i>	<i>easy</i>	<i>application, video, áudio e text</i>
7	<i>narrative text e exam</i>	<i>low</i>	<i>mixed</i>	<i>very high</i>	<i>very difficulty</i>	<i>text</i>

Figura 5.2: Objetos de aprendizagem e seus valores para os atributos da categoria educacional e técnica do LOM.

critério de votação, foi realizada a ordenação desses valores.

A análise e discussão dos resultados obtidos com a ordenação, considerando o estudo do primeiro assunto do curso da Tabela 3.1 pelos estudantes E_1 a E_5 são apresentados nas subseções a seguir.

5.3.1 Análise e discussão para o estudante E_1

Com base no estilo de aprendizagem inicial de E_1 (*very visual, indifferent, very active, very intuitive*), E_1 iniciou os seus estudos pelo primeiro assunto do curso da Tabela 3.1. Supõe-se que há sete objetos no repositório coincidentes com as palavras-chave desse assunto e contendo os valores para os atributos LOM da Figura 5.2.

As normas e as normas ponderadas para cada um dos objetos relacionados aos estilos *very visual, indifferent, very active, very intuitive* de E_1 foram calculadas. Posteriormente, foi realizada a ordenação, em ordem crescente de valores, para essas normas, associadas às quatro dimensões de estilos de aprendizagem individuais e ao peso total do estudante ($|\overrightarrow{fp_{EiOk}}|$ e $|\overrightarrow{fpm_{EiOk}}|$), e, além disso, ordenados em ordem decrescente, envolvendo as normas de todos os estilos para a votação, conforme apresentados nas Figuras 5.5 e 5.6.

Atributos IEEE LOM Learning Style	learning resource type (0-10)	Interactivity level (0-1)	Interactivity type (0-1)	Semantic density (0-1)	Difficulty (0-1)	Format (type) (0-40)	$\ \vec{fls_{o_1}}\ $	$\ \vec{flsm_{o_1}}\ $
(i) – very visual	(0, 1, 3, 0, 0, $\exists$, ..., $\exists$)	0	0	0	0	(0, 2, $\exists$, ..., $\exists$)	3,74	2
(i) – visual	(0, 0, 3, 0, 0, $\exists$, ..., $\exists$)	0	0	0	0	(0, 2, $\exists$, ..., $\exists$)	3,61	1,95
(i) – indifferent	(0, 0, 0, 0, 0, $\exists$, ..., $\exists$)	0	0	0	0	(0, 0, $\exists$, ..., $\exists$)	0	0
(i) – verbal	(3, 2, 0, 0, 0, $\exists$, ..., $\exists$)	0	0	0	0	(2, 0, $\exists$, ..., $\exists$)	4,12	2,14
(u) – sequential	(0, 0, 0, 0, 0, $\exists$, ..., $\exists$)	0	0	0	0	(1, 1, $\exists$, ..., $\exists$)	1,41	1
(u) – indifferent	(0, 0, 0, 0, 0, $\exists$, ..., $\exists$)	0	0	0	0	(0, 0, $\exists$, ..., $\exists$)	0	0
(u) – global	(0, 0, 0, 0, 0, $\exists$, ..., $\exists$)	2	2	0	0	(2, 2, $\exists$, ..., $\exists$)	4	3,46
(o) – very active	(0, 0, 0, 2, 2, $\exists$, ..., $\exists$)	3	2	0	0	(2, 2, $\exists$, ..., $\exists$)	5,39	4,31
(o) – active	(0, 0, 0, 1, 1, $\exists$, ..., $\exists$)	2	1	0	0	(1, 1, $\exists$, ..., $\exists$)	3	2,53
(o) – indifferent	(0, 0, 0, 0, 0, $\exists$, ..., $\exists$)	0	0	0	0	(0, 0, $\exists$, ..., $\exists$)	0	0
(o) – reflexive	(1, 1, 1, 0, 0, $\exists$, ..., $\exists$)	0	0	0	0	(0, 1, $\exists$, ..., $\exists$)	2	1,05
(e) – sensorial	(0, 0, 0, 0, 0, $\exists$, ..., $\exists$)	0	0	0	0	(0, 0, $\exists$, ..., $\exists$)	0	0
(e) – indifferent	(0, 0, 0, 0, 0, $\exists$, ..., $\exists$)	0	0	0	0	(0, 0, $\exists$, ..., $\exists$)	0	0
(e) – intuitive	(0, 0, 0, 0, 0, $\exists$, ..., $\exists$)	1	2	0	0	(1, 1, $\exists$, ..., $\exists$)	2,65	2,45
(e) – very intuitive	(0, 0, 0, 0, 0, $\exists$, ..., $\exists$)	2	2	0	1	(1, 1, $\exists$, ..., $\exists$)	3,31	3,16

Figura 5.3: Atributos para a categoria LOM para o objeto O_1 e seus pesos.

O objetivo da ordenação é identificar qual objeto ou quais objetos são os mais adequados para E_1 . Avaliando o obtido pela:

- Figura 5.5 e considerando os critérios votação e $|\overrightarrow{fp_{E1Ok}}|$, identifica-se que o objeto O_4 seria o mais indicado. Observa-se que O_4 é composto de *simulation* e *exam*. Caso O_4 já tivesse sido escolhido, o objeto seguinte seria o O_2 , composto dos recursos *slide* e *exam*, para a votação e o objeto O_7 , composto de *narrative text* e *exam*, para a norma $|\overrightarrow{fp_{EiOk}}|$;
- Figura 5.6 e considerando os critérios votação e $|\overrightarrow{fpm_{E1Ok}}|$ também identifica-se que o objeto O_4 seria o mais indicado. Caso O_4 já tivesse sido escolhido, o objeto seguinte seria o O_6 , composto dos recursos *simulation*, *figure*, *diagram*, *narrative text* e *exam* para os dois critérios.

Avaliando os resultados dos itens “a” e “b”, pode-se observar que, quando se utiliza a norma não ponderada, os objetos que possuem uma maior quantidade de recursos não são bem avaliados e são colocados como últimos objetos a serem selecionados. Isso não é adequado, pois no cálculo da norma sem ser ponderada não se considera recursos que podem ser indicados para os estilos de E_1 . Por esse fato, para os estudantes E_2 a E_5 , é calculada e analisada somente a norma ponderada, por considerar todos os recursos do objeto.

Analizando os resultados obtidos pela norma ponderada para os dois critérios, pensando nos estilos de aprendizagem do estudante E_1 e no objeto O_4 , composto

Objeto	Norma	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅
O ₁	$\ \vec{fp}_{o1}\ $	7,35	4,69	5,52	1,73	5,74
	$\ \vec{fpm}_{o1}\ $	5,12	1,53	4,34	0,58	3,39
O ₂	$\ \vec{fp}_{o2}\ $	6,16	3,32	3,92	1,41	3,47
	$\ \vec{fpm}_{o2}\ $	4,91	1,87	2,92	1,12	1,73
O ₃	$\ \vec{fp}_{o3}\ $	6,93	4,12	5,29	1	6,04
	$\ \vec{fpm}_{o3}\ $	4,97	1,94	3,57	0,5	3,77
O ₄	$\ \vec{fp}_{o4}\ $	3,81	5,56	5,16	3,46	3,74
	$\ \vec{fpm}_{o4}\ $	1,99	4,99	4,04	3,24	3
O ₅	$\ \vec{fp}_{o5}\ $	7,48	5,1	5,48	0	5,83
	$\ \vec{fpm}_{o5}\ $	5,66	1,54	3,62	0	1,97
O ₆	$\ \vec{fp}_{o6}\ $	7	7,28	5,83	1,73	7,55
	$\ \vec{fpm}_{o6}\ $	3,73	1,95	1,93	1,05	1,77
O ₇	$\ \vec{fp}_{o7}\ $	5,91	1	4,69	0	3,74
	$\ \vec{fpm}_{o7}\ $	5,22	1	3,81	0	3,74

Figura 5.4: Norma/Norma ponderada totais para os objetos de O_1 a O_7 dos estudantes E_1 a E_5 .

dos recursos *simulation* e *exam*; *format* = *application*, *text*; *interactivity type* = *active*; *interactivity level* = *very high*; *semantic density* = *high*; e *difficulty* = *medium*, observa-se que:

- *input* = *very visual*: *simulation*, normalmente, utiliza-se de recursos visuais, senso favorável a essa dimensão dos estilos de E_1 ;
- *understanding* = *indifferent*: *simulation*, pode ser tanto sequencial como global;
- *processing* = *very active*: *simulation*, com alto nível de interatividade e tipo de interatividade *active*, que pode ser utilizada para trabalhar com procedimentos experimentais;
- *perception* = *very intuitive*: normalmente, em uma simulação, o estudante pode criar seu próprio método de solução.

5.3.2 Análise e discussão para o estudante E_2

Com base no estilo de aprendizagem inicial de E_2 (*verbal*, *sequential*, *reflexive*, *indifferent*), E_2 iniciou os seus estudos pelo primeiro assunto do curso da Tabela

Posição							
Critério de Ordenação	1	2	3	4	5	6	7
$\ \overrightarrow{fi_{E1ok}} \ $	O ₄ , O ₂	O ₃	O ₇	O ₁ , O ₅	O ₆		
$\ \overrightarrow{fu_{E1ok}} \ $	O ₁ , ..., O ₇						
$\ \overrightarrow{fo_{E1ok}} \ $	O ₄	O ₇	O ₂	O ₆	O ₅	O ₁ , O ₃	
$\ \overrightarrow{fe_{E1ok}} \ $	O ₄	O ₇	O ₆	O ₁	O ₃	O ₂	O ₅
$\ \overrightarrow{fp_{E1ok}} \ $	O ₄	O ₇	O ₂	O ₃	O ₆	O ₁	O ₅
Votação	O ₄	O ₂	O ₁ , O ₃ , O ₅ , ..., O ₇				

Figura 5.5: Ordenação dos objetos O_1 a O_7 pelos critérios normas individuais de cada estilo de aprendizagem, norma de todos os estilos e votação para o estudante E_1 .

3.1. Para esse assunto, supõe-se que há sete objetos no repositório com palavras-chave, coincidentes e contendo os valores para os atributos LOM da Figura 5.2.

Avaliando a ordenação para a norma ponderada, apresentada na Figura 5.7, e considerando os critérios votação e $|\overrightarrow{fpm_{E2Ok}}|$, identifica-se que o objeto O_7 seria o mais indicado.

Analizando os resultados obtidos pela norma ponderada para os critérios votação e $|\overrightarrow{fpm_{E2Ok}}|$ e pensando nos estilos de aprendizagem do estudante E_2 , pode-se observar que o objeto O_7 , composto de *narrative text* e *exam*; *interactivity level = low*; *interactivity type = mixed*; *semantic density = very high*; *difficulty = very difficulty*; e *format = text*, relaciona-se aos estilos:

- *input = verbal*: *narrative text* com *format = text*, normalmente, utiliza-se da escrita, favorecendo esse estilo;
- *understanding = sequential*: em *narrative text* com *interactivity level = low* e *interactivity type = mixed*, normalmente, a informação é apresentada de forma sequencial, lógica e encadeada, indicando que favorece esse estilo;
- *processing = reflexive*: indica que o estudante prefere o estudo individual e procedimentos teóricos como interpretação e formulação de modelos, então, pelas características do objeto, é possível elaborá-lo para contemplar esse estilo;

Posição							
Critério de Ordenação	1	2	3	4	5	6	7
$\ \overrightarrow{fim_{E1ok}}\ $	O_6	O_3	O_4	O_5	O_1	O_2	O_7
$\ \overrightarrow{fum_{E1ok}}\ $	$O_1, \dots, O_7$						
$\ \overrightarrow{fom_{E1ok}}\ $	O_4	O_6	O_2	O_5	O_7	O_1	O_3
$\ \overrightarrow{fem_{E1ok}}\ $	O_4	O_7	O_6	O_3	O_1	O_2	O_5
$\ \overrightarrow{fpm_{E1ok}}\ $	O_4	O_6	O_2	O_3	O_1	O_7	O_5
Votação	O_4	O_6	$O_1, \dots, O_3, O_5, O_7$				

Figura 5.6: Ordenação dos objetos O_1 a O_7 pelos critérios normas ponderadas individuais de cada estilo de aprendizagem, norma ponderada de todos os estilos e votação para o estudante E_1 .

- *perception = indifferent*: nesse caso, o recurso não interfere na escolha.

Como segunda opção para E_2 , pode-se identificar, pelo critério de votação que os objetos O_2 e O_5 são indicados e O_1 pela norma ponderada $|\overrightarrow{fpm_{E2Ok}}|$. Ademais, para $|\overrightarrow{fpm_{E2Ok}}|$ o objeto O_5 é a terceira opção, mas tem uma diferença de 0,01 para a segunda opção, por este motivo, pensando em erros de arredondamento dos cálculos, é possível considerar O_1 ou O_5 como segunda opção de escolha para a norma ponderada.

5.3.3 Análise e discussão para o estudante E_3

Com base no estilo de aprendizagem inicial de E_3 (*visual, sequential, active, intuitive*), E_3 iniciou os seus estudos pelo primeiro assunto do curso da Tabela 3.1. Por intermédio das palavras-chave do assunto, supõe-se que há sete objetos, coincidentes no repositório e com valores para os atributos LOM, identificados na Figura 5.2.

A Figura 5.8 apresenta a ordenação dos sete objetos utilizando todos os critérios de classificação. Por meio dela, considerando o critério votação verifica-se que o objeto O_4 é indicado e, com base no $|\overrightarrow{fpm_{E3Ok}}|$, identifica-se que o objeto O_6 é o melhor avaliado. Caso estes objetos já tivessem sido escolhidos, o selecionado seria o O_2 para a norma ponderada de todos os estilos e também para o critério da votação, além do O_6 .

Posição							
Critério de Ordenação	1	2	3	4	5	6	7
$\ \overrightarrow{fim_{E2ok}} \ $	O ₇	O ₄	O ₁	O ₅	O ₂	O ₆	O ₃
$\ \overrightarrow{fum_{E2ok}} \ $	O ₂	O ₃	O _{1, 5}	O ₆	O ₇	O ₄	
$\ \overrightarrow{fom_{E2ok}} \ $	O _{5, 7}	O ₃	O ₁	O ₆	O ₂	O ₄	
$\ \overrightarrow{fem_{E2ok}} \ $	O _{1, ..., 7}						
$\ \overrightarrow{fpm_{E2ok}} \ $	O ₇	O ₁	O ₅	O ₂	O ₃	O ₆	O ₄
Votação	O ₇	O _{2, 5}	O _{1, 3, 4, 6}				

Figura 5.7: Ordenação dos objetos O_1 a O_7 pelos critérios normas ponderadas individuais de cada estilo de aprendizagem, norma ponderada de todos os estilos e votação para o estudante E_2 .

Analisando os resultados obtidos pela norma ponderada $\| \overrightarrow{fpm_{E3Ok}} \|$ e pensando nos estilos de aprendizagem do estudante E_3 , pode-se observar que o objeto O_6 composto de *simulation, figure, diagram, narrative text, exam*; com *format = application, video, audio, text*; *interactivity level = medium*; *interactivity type = mixed*; *semantic density = medium*; e *difficulty = easy* relaciona-se aos estilos de E_3 :

- *input = visual*: há presença dos recursos *figure, diagram*, com formato *video*, indicando que o objeto tem características visuais e pode favorecer esse estilo;
- *understanding = sequential*: apesar de possuir outros recursos, também possui *narrative text, interactivity level medium* e *interactivity type mixed*, onde a informação pode ser apresentada de forma sequencial, lógica e encadeada e favorecer essa dimensão do estilo;
- *processing = active*: o estudante prefere trabalhar em experimentos e com uma *simulation/application* contendo *interactivity level = medium* e *interactivity type = mixed*, é possível construir um objeto com essa característica, sendo adequado a esse estilo;
- *perception = intuitive*: com *semantic density = medium, difficulty = easy*, não é provável, apesar de possível, que o objeto possua algo inovador e complicações, não favorecendo essa dimensão do estilo.

Posição							
Critérios de Ordenação	1	2	3	4	5	6	7
$\ \overset{\rightarrow}{fim}_{E3ok} \ $	O ₆	O ₃	O ₂	O ₅	O ₄	O ₁	O ₇
$\ \overset{\rightarrow}{fum}_{E3ok} \ $	O ₂	O ₃	O _{1, O₅}	O ₆	O ₇		
$\ \overset{\rightarrow}{fom}_{E3ok} \ $	O ₄	O ₆	O ₂	O ₄	O ₇	O _{1, O₃}	
$\ \overset{\rightarrow}{fem}_{E3ok} \ $	O ₄	O ₆	O ₇	O _{1, O₂}	O ₃	O ₅	
$\ \overset{\rightarrow}{fpm}_{E3ok} \ $	O ₆	O ₂	O ₅	O ₇	O ₃	O ₄	O ₁
Votação	O ₄	O _{2, O₆}	O _{1, O_{3, O_{5, O₇}}}				

Figura 5.8: Ordenação dos objetos O_1 a O_7 pelos critérios normas ponderadas individuais de cada estilo de aprendizagem, norma ponderada de todos os estilos e votação para o estudante E_3 .

Também é possível identificar, pelo critério de votação, que o objeto O_4 , composto dos recursos *simulation*, *exam*; *format* = *application*, *text*; *interactivity level* = *very high*; *interactivity type* = *active*; *difficulty* = *medium*; e *semantic density* = *high*, relaciona-se aos estilos de E_3 :

- *input* = *visual*: uma *simulation*, normalmente, é visual, favorecendo esse estilo;
- *understanding* = *sequential*: *simulation* com tipo de interatividade *active* e nível *very high*, indica que o objeto é bastante interativo e como o estudante prefere a forma sequencial, lógica e encadeada de apresentação do conhecimento, provavelmente, não favorece essa dimensão do estilo;
- *processing* = *active*: como o estudante prefere trabalhar em experimentos, e o objeto possui o recurso *simulation*, com tipo interatividade *active* e nível de interatividade *very high*, é possível elaborar um objeto que contemple esse estilo;
- *perception* = *intuitive*: como o objeto possui uma dificuldade média e densidade semântica alta, pode ser favorável ao estilo de quem prefere trabalhar com inovação e situações complicadas.

5.3.4 Análise e discussão para o estudante E_4

Com base no estilo de aprendizagem inicial de E_4 (*indifferent, indifferent, reflexive, indifferent*), E_4 iniciou os seus estudos pelo primeiro assunto do curso da Tabela 3.1. Supõe-se que há sete objetos no repositório, coincidentes com as palavras-chave do assunto do curso e com atributos LOM, identificados na Figura 5.2.

Na Figura 5.9, é apresentada a ordenação desses sete objetos, considerando os critérios normas ponderadas de todos os estilos de aprendizagem, $|\overrightarrow{fpm_{E4Ok}}|$ e votação. Pelos critérios votação e $|\overrightarrow{fpm_{E4Ok}}|$, identifica-se que os objetos O_5 e O_7 são os mais indicados. Caso esses objetos já tivessem sido escolhidos, os selecionados seriam O_1 , O_2 , O_3 , O_4 ou O_6 para o critério votação e o O_3 para a norma ponderada de todos os estilos $|\overrightarrow{fpm_{E4Ok}}|$.

Posição	1	2	3	4	5	6
Critério de Ordenação						
$\ \overrightarrow{fim_{E4Ok}}\ $	$O_1, \dots, O_7$					
$\ \overrightarrow{fum_{E4Ok}}\ $	$O_1, \dots, O_5, O_7$	O_6				
$\ \overrightarrow{fom_{E4Ok}}\ $	$O_5, \dots, O_7$	O_3	O_1	O_2	O_4	
$\ \overrightarrow{fem_{E4Ok}}\ $	$O_1, \dots, O_7$					
$\ \overrightarrow{fpm_{E4Ok}}\ $	O_5, O_7	O_3	O_1	O_6	O_2	O_4
Votação	O_5, O_7	$O_1, \dots, O_4, O_6$				

Figura 5.9: Ordenação dos objetos O_1 a O_7 pelos critérios normas ponderadas individuais de cada estilo de aprendizagem, norma ponderada de todos os estilos e votação para o estudante E_4 .

Analisando os resultados obtidos pela norma ponderada para os dois critérios e pensando nos estilos de aprendizagem do estudante E_4 , pode-se observar que os objetos:

- O_5 : contendo os recursos *figure, graph, table, narrative text, exam; format = image, text; interactivity type = mixed; interactivity level = medium; semantic density = low*; e *difficulty = easy*, tem a relação com os estilos:
 - *input = indifferent, understanding = indifferent, perception = indifferent*: nesses casos, os valores não interferem na escolha;

- *processing = reflexive*: o estudante prefere trabalhar com o exame e manipulação mental da informação, prefere o estudo individual e procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos e, pelas características de O_5 , pode-se dizer que é possível construir um objeto que favoreça essa dimensão do estilo.
- O_7 : contendo os recursos *narrative text* e *exam*; *format = application, video, audio, text*; *interactivity type = expositive*; *interactivity level = low*; *semantic density = very high*; e *difficulty = very difficulty* relaciona-se aos estilos:
 - *input = indifferent, understanding = indifferent, perception = indifferent*: nesses casos, os valores não interferem na escolha;
 - *processing = reflexive*: o estudante prefere o estudo individual e procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos, então, pode-se dizer que, pelas características do objeto, é possível elaborá-lo para contemplar essa dimensão do estilo.

5.3.5 Análise e discussão para o estudante E_5

Com base no estilo de aprendizagem inicial de E_5 (*verbal, global, indifferent, sensorial*), E_5 iniciou os seus estudos pelo primeiro assunto do curso da Tabela 3.1. Das palavras-chave, associadas ao primeiro assunto do curso, são obtidos sete objetos do repositório com os valores dos atributos LOM da Figura 5.2.

Os sete objetos são avaliados e ordenados segundo os critérios: normas ponderadas de todos os estilos de aprendizagem de E_5 , $|\overrightarrow{fpm_{E5Ok}}|$ e votação, cujos resultados são ilustrados na Figura 5.10. Considerando o critério votação e $|\overrightarrow{fpm_{E5Ok}}|$ juntos verifica-se que o objeto O_7 é o mais indicado. Caso esse objeto já tivesse sido escolhido, os selecionados seriam o O_1 , O_2 , O_3 , O_5 ou O_6 relativo ao critério votação e o O_2 para a norma ponderada de todos os estilos.

Analisando os resultados obtidos pela norma ponderada nos dois critérios e pensando nos estilos de aprendizagem do estudante E_5 , pode-se identificar que o objeto O_7 , contendo os recursos *narrative text* e *exam*; *format = application, video, audio, text*; *interactivity type = expositive*; *interactivity level = low*; *semantic density = very high*; e *difficulty = very difficulty*, relaciona-se aos estilos:

- *input = verbal*: o objeto contendo o recurso *narrative text* com *interactivity type = expositive* e *interactivity level = low*, provavelmente, utiliza-se de escrita, contemplando essa dimensão do estilo;

Posição	1	2	3	4	5	6	7
Critério de Ordenação							
$\ \overset{\rightarrow}{fim}_{E5ok} \ $	O ₇	O ₄	O ₁	O ₅	O ₂	O ₆	O ₃
$\ \overset{\rightarrow}{fum}_{E5ok} \ $	O ₆	O ₂	O ₅	O ₄	O ₇	O ₁	O ₃
$\ \overset{\rightarrow}{fom}_{E5ok} \ $	O _{1, ..., O₇}						
$\ \overset{\rightarrow}{fem}_{E5ok} \ $	O _{1, O₂, O₅}	O ₆	O ₃	O ₇	O ₄		
$\ \overset{\rightarrow}{fpm}_{E5ok} \ $	O ₇	O ₂	O ₆	O ₅	O ₄	O ₁	O ₃
Votação	O _{1, O₂, O₅, O₆, O₇}	O _{3, O₄}					

Figura 5.10: Ordenação dos objetos O_1 a O_7 pelos critérios normas ponderadas individuais de cada estilo de aprendizagem, norma ponderada de todos os estilos e votação para o estudante E_5 .

- *understanding = global*: tem dificuldades em aprender com informações sequenciais, necessitando da visão de conjunto para poder compreender os detalhes. Nesse caso, O_7 com *interactivity type = expositive* e *interactivity level = low* pode não favorecer esse estilo;
- *perception = indifferent*: nesse caso, os valores não interferem na escolha;
- *processing = sensorial*: percebe-se que como o estudante é detalhista e paciente, memoriza com facilidade, não aprecia surpresas nem complicações, então, pelas suas características, O_7 não mostra-se um objeto muito adequado.

5.4 Algoritmo proposto

Analisando os dados relativos aos critérios de adaptação recebidos pelo *Adaptation Module* e utilizando as considerações descritas anteriormente, foram elaborados os algoritmos apresentados nas próximas subseções.

5.4.1 Montar tabela de pesos e normas de um objeto de aprendizagem

O algoritmo *buildingTabLOMLS-Ok*, ilustrado na Figura 5.11, é o encarregado de montar a tabela de pesos (*TabLOMLS-Ok*) para os objetos de aprendizagem, considerando os atributos da categoria educacional e técnica do LOM em

função dos estilos de aprendizagem do modelo FLSM. Esse algoritmo é utilizado somente quando um objeto é inserido no repositório *Learning Objects* da arquitetura AdaptMLearnin; dessa forma, não interfere no tempo de processamento durante o processo de adaptação.

```

algoritmo buildingTabLOMLS_Ok
  1. Seja um objeto Ok a ser inserido no repositório.
  2. Monta o vetor do objeto Ok nos valores das dimensões do
     estilo de aprendizagem considerando alguns atributos do
     IEEE 1484 para as categorias técnica e
     educacional, conforme abaixo.


$$\vec{flsm_{ok}} = (\vec{flrt_{ok}}, \vec{fil_{ok}}, \vec{fit_{ok}}, \vec{fsd_{ok}}, \vec{fd_{ok}}, \vec{ff_{ok}})$$


     Onde ls = um dos quatro learning styles, (lrt =
     learning resource type, il = interactivity level, it =
     interactivity type, sd = semantic density, d =
     difficulty e f = format atributos do LOM).
  3. Para cada estilo, calcula-se a norma ponderada
     (destacada na fórmula abaixo) e monta uma linha da
     tabela TabLOMLS_Ok.


$$\|\vec{flsm_{ok}}\| = \sqrt{\frac{\|\vec{flrt_{ok}}\|^2}{t_{lrt_{ok}}} + \frac{\|\vec{fil_{ok}}\|^2}{t_{il_{ok}}} + \frac{\|\vec{fit_{ok}}\|^2}{t_{it_{ok}}} + \frac{\|\vec{fsd_{ok}}\|^2}{t_{sd_{ok}}} + \frac{\|\vec{fd_{ok}}\|^2}{t_{d_{ok}}} + \frac{\|\vec{ff_{ok}}\|^2}{t_{f_{ok}}}}$$


     Onde ls = um dos quatro learning styles, t é o total
     de elementos do atributo diferentes de ð e m representa
     a norma ponderada.
  4. Grava TabLOMLS_Ok.
fim-algoritmo buildingTabLOMLS_Ok

```

Figura 5.11: Algoritmo que monta a tabela de pesos e normas para um objeto de aprendizagem.

5.4.2 Marcar objetos de aprendizagem para apresentar em dispositivos de acesso

O algoritmo *markingObjectsByTechnology*, apresentado na Figura 5.12, é o responsável por marcar os objetos de aprendizagem como recomendados ou não de serem manipulados em um dispositivo, considerando como critério técnico o *monitor size* e *keyboard type*.

As características do dispositivo escolhidas podem dificultar o uso do objeto, mas não impedir sua manipulação. Assim, essa adaptação tem uma finalidade classificatória e o objeto é rotulado como “recomendado” ou “não recomendado” para determinado dispositivo.


```

algoritmo markingObjectsByTechnology (dispEj, selectedObjects)
  1. Com base no Technology Information contendo as
    informações do dispositivo e a identificação do
    estudante, procura as especificações monitor size e
    keyboard type do dispEj obtidas do banco de dispositivos
    (Technology Database) para o estudante Ej.
  2. para cada objeto OBJ em selectedObjects:
    • marca objeto como "recomendado";
    • obtém o monitor size e o keyboard type do objeto
      (monitorSizeOBJ e keyboardTypeOBJ) encontrado no
      atributo otherPlatformRequirements da categoria
      técnica do LOM;
    • se (monitorSizeOBJ > monitorSizeDispEj) ou
      (keyboardSizeDispEj ≠ keyboardSizeOBJ)
      • marca objeto como "não recomendado".
  3. retorna selectedObjects marcados.
fim-algoritmo markingObjectsByTechnology

```

Figura 5.12: Algoritmo que marca os objetos de aprendizagem a serem apresentados.

5.4.3 Classificar os objetos de aprendizagem pelo(s) tipo(s) de mídia

O algoritmo *orderedObjectsByMediaTypeEj*, descrito na Figura 5.13, é o responsável por ordenar os objetos de aprendizagem, considerando os tipos de mídias escolhidos pelo estudante E_j e as mídias que compõem o objeto, conforme as considerações, descritas na Seção 5.1.

5.4.4 Classificar objetos de aprendizagem pelo estilo de aprendizagem

O algoritmo *OrderedObjectsByLS* é encarregado de ordenar o(s) objeto(s) de aprendizagem mais adequado(s) aos novos estilos de aprendizagem do estudante segundo o critérios votação e norma ponderada, retornando os objetos ordenados por esses critérios. Esse algoritmo é apresentado na Figura 5.14.

5.4.5 Avaliar Adaptação

O algoritmo é responsável por selecionar o objeto “Obj”, mais adequado ao estudante E_j , segundo critérios de adaptação desempenho, conhecimentos pré-adquiridos, estilos de aprendizagem e tecnologia. O estudante E_j está usando o dispositivo $dispE_j$ cursando o curso Cp no item de conteúdo idi. Em geral, esse algoritmo:

```

algoritmo orderedObjectsByMediaTypeEj( selectedObjects )
1. para cada objeto  $O_k$  dos selectedObjects:
    - obtém os tipos de mídia encontrado no elemento "media
      type" do atributo description da categoria
      educacional do LOM.
    - para cada mídia de "media type":
        o obtém o valor para esta mídia relacionado a
        escolha do estudante;
        o acumula o valor em somaMidiasEscolhidas.
    - divide somaMidiasEscolhidas por total de mídias de
       $O_k$ .
    - atribui resultado da divisão para  $O_k$  em
      resultadoMidias $O_kE_j$ .
2. ordena selectedObjects baseado no vetor de
   resultadoMidias $O_kE_j$ .
3. retorna selectedObjects.
fim-algoritmo orderedObjectsByMediaTypeEj

```

Figura 5.13: Algoritmo responsável por classificar os objetos de aprendizagem, segundo o(s) tipo(s) de mídia escolhidos pelo estudante.

- aplica a computação *fuzzy* para verificar se o aluno continua no conteúdo atual, muda para um novo ou precisa de reforço;
- analisa o conhecimento pré-adquirido, associado à tabela de conteúdo programático para identificar a sequência de estudo;
- atualiza o estilo de aprendizagem do estudante;
- obtém os objetos associados às palavras-chave do conteúdo a estudar;
- chama o módulo responsável por selecionar os objetos baseados nos estilos de aprendizagem do estudante, com base nos objetos obtidos;
- marca os objetos recomendados/não recomendados a serem manipulados/exibidos no dispositivo *dispE_j*, com base nos objetos obtidos;
- chama o módulo responsável por selecionar o(s) objeto(s) de aprendizagem, considerando as mídias preferidas pelo estudante;
- monta mensagem e envia ao *Content Module*, com o(s) objeto(s) adequado(s).

```

algoritmo orderedObjectsByLS( selectedObjects, LSEj )
1. Baseando-se nos valores para os estilos de aprendizagem
   do estudante, LSEj, utilizando as categorias técnica e
   educacional do LOM e os seus respectivos valores, obtém
   a tabela TabLOMLS_Ok, previamente calculada e armazenada,
   que relaciona a categoria LOM e a norma dos valores dos
   estilos de aprendizagem de todos os objetos selecionados
   selectedObjects.
2. Para todos os objetos selectedObjects da TabLOMLS_Ok,
   monta nova tabela TabLS_EjOk contendo somente as normas
   dos objetos associados aos estilos LSEj.
3. Na TabLS_EjOk:
   • encontra a quantidade de valores menores para as
     normas de cada objeto Ok em cada dimensão do estilo e
     armazena em VetVot (votação);
   • calcula a norma ponderada  $\|\vec{fpm_{oki}}\|$  envolvendo todos os
     estilos LSEj, conforme abaixo.

$$\|\vec{fpm_{oki}}\| = \sqrt{\|\vec{fim_{oki}}\|^2 + \|\vec{fum_{oki}}\|^2 + \|\vec{fom_{oki}}\|^2 + \|\vec{fem_{oki}}\|^2}$$

   Onde i = input, u = understanding, o = processing ou e
   = perception e m indica norma ponderada de cada objeto
   Ok, montando um vetor VetNorma.
4. Ordena VetVot em ordem crescente e VetNorma em ordem
   decrescente.
5. Monta um vetor VetObjOrdered contendo o(s)
   selectedObjects classificados, segundo a ordem de
   VetNorma e a de VetVot.
6. Retorna VetObjOrdered.
fim-algoritmo orderedObjectsByLS

```

Figura 5.14: Algoritmo responsável por classificar os objetos de aprendizagem pelo estilo de aprendizagem, segundo a norma ponderada e a votação.

As Figuras 5.15, 5.16 e 5.17 exibem o seu pseudocódigo.

Além disso, no algoritmo das Figuras 5.15, 5.16 e 5.17, considera-se a possibilidade do professor influenciar na presença ou ausência dos critérios de adaptação: desempenho do estudante, conhecimentos pré-adquiridos, estilos de aprendizagem e dispositivos para a sua turma/curso. No algoritmo, as variáveis *performance*, *pre-knowledge*, *learningStyles* e *technology* são utilizadas com valores *yes* ou *no* para representar a presença ou ausência de um determinado critério, definido pelo professor.

5.5 Conclusão

A elaboração da proposta de algoritmo, que implementa a adaptação de conteúdo no *Adaptation Module* da arquitetura *AdaptMLearning*, envolveu:

- Algumas considerações, associadas aos estilos de aprendizagem de um es-

tudante e às categorias LOM para objetos de aprendizagem; a discussão e análise de requisitos técnicos do dispositivo de acesso ao material, como tamanho da tela e tipo de teclado, relacionado ao atributo *otherPlatformRequirements* do LOM; a avaliação e o cálculo relativos aos tipos de mídias de um objeto, associadas ao atributo *description* da categoria geral do LOM.

- A modelagem do problema para os estilos de aprendizagem, considerando os atributos *learning resource type*, *interactivity level*, *interactivity type*, *semantic density*, *difficulty* e *format* das categorias técnica e educacional do LOM, além de suas multiplicidades como um vetor peso e a relação com os valores dos estilos de aprendizagem em cada dimensão. Nessa modelagem, foram utilizados os critérios norma, norma ponderada e votação, além da classificação na escolha do objeto mais adequado.
- A aplicação da modelagem, proposta na forma de casos de teste, envolvendo configurações de estilos de aprendizagem diferentes para cinco estudantes e sete objetos. Por meio dos resultados obtidos com os casos de teste, foi realizada uma análise e discussão que permitiu perceber que a proposta elaborada, associando pesos para alguns atributos da categoria técnica e educacional dos objetos LOM aos estilos de aprendizagem, obteve resultados satisfatórios na escolha de um objeto de aprendizagem, indicando que a metodologia é aderente como uma solução para o problema.
- A elaboração de cinco algoritmos responsáveis por:
 - montar tabela de pesos e normas de um objeto de aprendizagem;
 - marcar objetos de aprendizagem para apresentar em dispositivos de acesso;
 - classificar os objetos de aprendizagem pelo(s) tipo(s) de mídia e estilos de aprendizagem;
 - avaliar a adaptação, responsável por realizar o controle de todos os critérios definidos para a AdaptMLearning.

```

algoritmo AvaliaAdaptacao

1. Se  $E_i$  está iniciando o estudo no curso  $C_p$  utilizando
   o dispositivo  $dispE_i$ 
    $Id_i \leftarrow$  primeiro conteúdo/assunto do curso  $C_p$ ;
   primeiro  $\leftarrow$  yes;
  Senão
    $Id_{i+c} \leftarrow$  próximo conteúdo/assunto "c" a estudar;
   primeiro  $\leftarrow$  no;

2. Se primeiro = no
   * se performance = yes
   A partir da interação de  $E_i$  com o dispositivo
    $dispE_i$  e com o objeto de aprendizagem  $O_{M_i}$ , recebe
   o Learner Performance Information encontrando o
   timing/performance sobre  $O_{M_i}$  e, utilizando a
   Learner and Courses Information, aplica
   computação fuzzy determinando se:
       A.  $E_i$  continua no conteúdo atual ( $id_i$ )
         (current);
       B.  $E_i$  muda para um conteúdo novo ( $id_{i+c}$ )
         (new);
       C.  $E_i$  muda para um novo conteúdo ( $id_{i+c}$ )
         sugerindo outro conteúdo atual como
         reforço ( $id_i$ ) (new-current);
   Senão
       B.  $E_i$  muda para um conteúdo novo ( $id_{i+c}$ )
         (new);
   Senão
       B.  $E_i$  continua no conteúdo atual ( $id_i$ ) (current);

3. se pre-knowledge = yes
   Se B) ou C) ou primeiro = yes analisa o
   conhecimento pré-adquirido, por meio do Learner
   Knowledge Information e do Learner and Courses
   Information, com o objetivo de identificar qual
   será o novo conteúdo. Se o conteúdo na sequência já
   é de conhecimento do aluno segue para o próximo
   conteúdo com conhecimento ainda não adquirido de id
   " $i+c$ ", onde " $i$ " corresponde ao último identificador
   de conteúdo já estudado e " $c$ " o próximo conteúdo
   de conhecimento não adquirido;
   Senão
        $c \leftarrow 1$ ;

```

Figura 5.15: Algoritmo AvaliaAdaptacao, responsável por proporcionar a adaptação pelos critérios, especificados pelo professor - parte 1.

```

4. se learningStyles = yes
    se primeiro = no
        A partir do estilo de aprendizagem atual  $LE_{E_j}$  de
         $E_j$  e da sua interação com o dispositivo  $dispE_j$  e
        com o objeto de aprendizagem  $O_{k_i}$ , recebe a
        Learner Style Information e utiliza a
        computação fuzzy para determinar o novo estilo
        de aprendizagem para  $E_j$ ,  $LEN_{E_j}$ ;
        Senão
            Obtém o estilo de aprendizagem atual  $LE_{E_j}$  e
            atribui ao novo  $LEN_{E_j}$ ;
5. Se B) ou ( C) e não A) ) // Seleciona conteúdo novo
    • Seleciona os  $n_{k_{is}}$  objetos do repositório que
      possuem as "k" palavras-chave coincidentes com
      as "k" palavras-chave do identificador  $i+c \leftarrow$ 
      "conteúdo novo" obtidas da tabela de conteúdo
      programático do curso  $C_p$ ;
    •  $Ok_{select} \leftarrow n_{k_{is}}$  objetos;
    • se learningStyles = yes
         $Ok_{select} \leftarrow orderedObjectsByLS(Ok_{select}, LEN_{E_j});$ 
    • se technology = yes
         $Ok_{select} \leftarrow markingObjectsByTechnology(dispE_j,$ 
         $Ok_{select})$ 
    •  $Ok_{select} \leftarrow orderedObjectsByMediaTypeE_j (Ok_{select})$ 
    • Obtém o primeiro dos  $Ok_{select}$  a ser encaminhado ao
      estudante, se possível, que tenha status técnico
      recomendado e grava o  $Ok_{select0}$  como selecionado
      para o  $E_j$ ;

```

Figura 5.16: Algoritmo AvaliaAdaptacao, responsável por proporcionar a adaptação pelos critérios, especificados pelo professor - parte 2.

```

6. Se A) ou C) // Seleciona conteúdo atual
    • Seleciona os  $n_{kis}$  objetos do repositório que possuem as "k" palavras-chave coincidentes com as "k" palavras-chave do identificador  $i \leftarrow$  "conteúdo atual" obtidas da tabela de conteúdo programático do curso  $C_p$ ;
    •  $OkSelectA \leftarrow n_{kis}$  objetos
    • se learningStyles = yes
         $OkselectA \leftarrow orderedObjectsByLS(OkSelect, LEN_{Ej})$ ;
    • se technology = yes
         $OkselectA \leftarrow markingObjectsByTechnology(dispatchEj, OkSelectA)$ 
    •  $OkselectA \leftarrow orderedObjectsByMediaTypeEj(OkSelectA)$ 
    • Obtém o primeiro dos  $OkselectA$  a ser encaminhado ao estudante, se possível, que tenha status técnico recomendado e grava o  $OkselectA0$  como selecionado para o  $Ej$ ;
7. Monta dados para o Content Module contendo o  $Okselect0 + OkselectA0$ ;
8. Envia dados montados para o Content Module
fim-algoritmo AvaliaAdaptacao

```

Figura 5.17: Algoritmo AvaliaAdaptacao, responsável por proporcionar a adaptação pelos critérios, especificados pelo professor - parte 3.

6 O Simulador

Neste capítulo, é apresentada a construção de um simulador para o algoritmo descrito no Capítulo 5, que consta no *Adaptation Module*, com o objetivo de avaliar o seu funcionamento, bem como os dados envolvidos na arquitetura AdaptMLearning, detalhada no Capítulo 3. Os resultados obtidos geraram o artigo [155]. Na Seção 6.1, é descrita a especificação para o simulador envolvendo os requisitos funcionais, baseados em [156],[157] e [158], associados aos usuários administrador, estudante e professor. A construção do simulador contendo uma descrição dos casos de uso, o modelo de classes/dados, as tecnologias utilizadas para sua implementação e o resultado obtido com o desenvolvimento são apresentados na Seção 6.2, conforme as referências [159], [160], [161], [162], [163], [164], [165], [166], [167], [168], [169] e [170]. Dentre as várias situações de estudo testadas, na terceira seção, são ilustradas algumas simulações e uma análise individual de cada uma. E, na Seção 6.3, são discutidos e analisados os resultados gerais obtidos.

6.1 Especificação de requisitos

Nesta seção, é apresentada a especificação dos requisitos do simulador, que implementa o algoritmo *Adaptation Module* para a AdaptMLearning, tendo como base os elementos apresentados nos Capítulos 3, 4 e 5, além de parte do material produzido em [158], relativo ao método VOLERE [156] [157].

6.1.1 Propósito, funcionalidades e classes de usuários

O simulador é um ambiente de software que permite testar e analisar se o algoritmo *Adaptation Module* realiza a seleção dos objetos de aprendizagem que melhor se adaptam: aos dados sobre o dispositivo móvel; às informações sobre o estilo de aprendizagem; ao desempenho e tempo de permanência, associados à interação do estudante com o objeto de aprendizagem; aos conhecimentos adquiridos pelo estudante e ao conteúdo de um curso. Além de possibilitar ao professor interferir nos critérios de adaptação a serem utilizados durante a simulação do es-

tudo e de permitir ao estudante informar suas preferências pelos tipos de mídias. Com o simulador também é possível identificar e avaliar os dados envolvidos na arquitetura AdapMLearning.

De uma forma descritiva, as funcionalidades do simulador são:

- Manter classe de usuários: cadastrar, alterar, excluir e apresentar usuários. As classes de usuários a serem consideradas no simulador são: administrador, professor e estudante. Os dados de cada classe são: nome, e-mail, login e senha de acesso ao simulador.
- Manter dispositivos: cadastrar, alterar, excluir e apresentar relação de dispositivos do estudante. As informações a serem consideradas são:
 - tipo do dispositivo, conforme Tabela 5.10;
 - modelo;
 - tipo de teclado, segundo Tabela 5.12;
 - tamanho da tela, em polegadas;
 - estudante ao qual pertence o dispositivo.
- Manter objetos de aprendizagem: cadastrar, alterar, excluir e apresentar dados dos objetos de aprendizagem. No simulador, somente serão considerados alguns atributos das categorias geral (Tabela 2.2), técnica (Tabela 2.3) e educacional (Tabela 2.4) do padrão IEEE 1484 ([1]).
- Calcular as normas para os objetos de aprendizagem. O cálculo da norma e da norma ponderada, para cada objeto de aprendizagem, é realizado baseando-se nos pesos atribuídos aos atributos *format*, *learning resource type*, *semantic density*, *interactivity level*, *interactivity type*, *difficulty* do IEEE 1484 em relação aos estilos de aprendizagem, conforme considerações realizadas na Seção 5.1 e cujos pesos podem ser encontrados nas Tabelas 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5.7, 5.8 e 5.9. No momento do cadastro de cada objeto, os valores dos pesos são utilizados para a realização dos cálculos da norma e da norma ponderada, descritos na Seção 5.2, e são adequadamente armazenados para recuperação durante a simulação. O cálculo deve corresponder a todos os valores possíveis das dimensões do modelo FSLSM, por exemplo, pensando na dimensão entrada (*input*) do modelo FSLSM, deve-se calcular a norma e a norma ponderada para os valores *very visual*, *visual*, *indifferent*, *verbal* e *very verbal*.

- Apresentar normas dos objetos de aprendizagem. Os dados previamente calculados para cada objeto de aprendizagem, associados aos valores de cada dimensão do modelo FSLSM, envolvendo a norma e a norma ponderada devem ser apresentados.
- Manter cursos: cadastrar, alterar, excluir e apresentar dados de um curso. Esses dados são nome do curso, carga horária e uma tabela de conteúdo programático do curso, similar à Tabela 3.1, em que cada linha contém nome do item de conteúdo, identificação do item de conteúdo, tipo de conteúdo, desempenho, tempo de estudo previsto e palavras-chave. O tipo de conteúdo pode ser 1, indicando conteúdo a ser estudado, e/ou 2, representando a atividade a ser realizada.
- Matricular estudante em um curso. Nessa ação, ao apresentar todos os cursos e todos os estudantes, deve ser possível matricular um ou mais estudantes em um curso. Além disso, por questões de controle, deve-se registrar que o estudante não iniciou seu estudo e somente está matriculado no curso.
- Cancelar a matrícula de um estudante em um curso. No cancelamento, após mostrar todos os cursos criados, deve ser possível apresentar todos os estudantes matriculados em um curso previamente selecionado e excluir o estudante do curso, após confirmação. Na remoção de um estudante em um curso, todas as informações associadas a essa relação também devem ser removidas.
- Associar professor a um curso. Ao apresentar todos os professores e cursos, deve ser possível inserir um professor em um curso. No simulador, considera-se que cada curso pode possuir mais de um professor.
- Remover um professor de um curso. Selecionando-se um curso de uma relação, deve-se informar o professor associado e mostrar seus dados. Então, o usuário pode removê-lo, após confirmação.
- Manter conhecimentos pré-adquiridos em um curso: cadastrar, alterar, apresentar os conhecimentos pré-adquiridos de um estudante em um curso. Os nomes dos itens de conteúdo programático, relativos a um curso, devem ser utilizados para permitir a identificação e marcação dos conhecimentos pré-adquiridos por um estudante.
- Manter preferência das mídias do estudante: cadastrar, alterar, apresentar as preferências das mídias de um estudante. Conforme descrito no Capítulo

5, neste trabalho, serão consideradas as mídias: áudio, vídeo, texto simulação, jogo educativo e simulação, baseadas em [153]. O estudante pode classificar a sua preferência no intervalo entre 1 e 5, no qual 1 indica baixa preferência e 5 preferência alta. Deve ser permitido ao administrador informar a preferência para um estudante.

- Manter os critérios de adaptação para um curso: cadastrar, alterar e apresentar os critérios de adaptação de um curso. O professor de um curso ou o administrador pode influenciar nos critérios de adaptação estilo de aprendizagem, desempenho, conhecimentos pré-adquiridos e tecnologia. A não seleção de algum desses critérios indica que o simulador não deve avaliar esse critério de adaptação para o curso durante a simulação.
- Manter os estilos de aprendizagem de um estudante: cadastrar, alterar e apresentar os estilos de aprendizagem para um estudante, previamente cadastrado. Tendo por base o definido na Seção 4.4.2 sobre o modelo FSLSM [25] e da transformação, envolvendo os seus quatro estilos, na qual cada dimensão deve ter um valor entre 0 e 22, conforme descrito nas Tabelas 4.3, 4.4, 4.5 e 4.6, pode-se armazenar os dados do estilo de aprendizagem para um estudante.
- Obter o estilo de aprendizagem do estudante. O estudante que desejar obter o seu estilo de aprendizagem pode utilizar o simulador para responder as 44 perguntas associadas às quatro dimensões do modelo FSLSM ([3]), representadas nas Tabelas 2.5, 2.7, 2.6 e 2.8, e, com base nisso, o simulador pode utilizar o algoritmo apresentado na Figura 2.4 para obter o resultado do estilo de aprendizagem inicial desse estudante.
- Manter tipo de seleção dos objetos: cadastrar, alterar, apresentar o tipo de seleção dos objetos relativos ao estilo de aprendizagem. Conforme apresentado no Capítulo 5, a seleção dos objetos de aprendizagem, adequados aos estilos de aprendizagem, podem ser realizados pelos critérios norma, norma ponderada ou votação, descritos em detalhes na Seção 5.2. No simulador, devem ser consideradas a norma ponderada e a votação.
- Acessar curso. Essa ação identifica o estudante e o dispositivo que fará a simulação do estudo em um curso. Ao realizar o acesso a um curso, a simulação de estudo deve ser habilitada.
- Apresentar informações gerais para a realização da simulação de um item. Antes da simulação do estudo em um curso, as seguintes informações devem

ser apresentadas ao usuário:

- os estilos de aprendizagem do estudante;
 - as preferências das mídias pelo estudante;
 - os itens de conteúdo programático do curso e os assuntos conhecidos;
 - as características do dispositivo utilizado para estudo;
 - os critérios de adaptação indicados pelo professor;
 - o critério de seleção associado aos estilos de aprendizagem do estudante.
- Simular estudo de item de um curso. Nessa funcionalidade, ocorre a implementação do algoritmo *Adaptation Module* e, para que a simulação do estudo de um estudante e um curso seja possível, as seguintes ações devem ter sido previamente realizadas:
 - i) criação de um curso e o cadastro dos objetos de aprendizagem associados aos seus itens de conteúdo programático;
 - ii) matrícula de um estudante em um curso;
 - iii) indicação das preferências das mídias e do estilo de aprendizagem do estudante;
 - iv) informação do critério de seleção associado ao estilo de aprendizagem do estudante, ou seja, norma ponderada ou votação;
 - v) habilitação ou não dos critérios de adaptação para um curso, indicando se o desempenho, o estilo de aprendizagem, os conhecimentos pré-adquiridos e/ou a tecnologia devem ser considerados durante a simulação do estudo;
 - vi) indicação dos assuntos do curso que o estudante conhece;
 - vii) acesso ao curso por um estudante e seu dispositivo.

Antes da simulação do estudo, deve ser permitido ao usuário informar o tempo ideal e o desempenho mínimo para o item a ser estudado. Também deve ser possível realizar o registro de tempo e desempenho padrão para todos os itens do curso, previamente, com o objetivo de agilizar a simulação do estudo. No entanto, caso o tempo e o desempenho sejam informados antes da simulação do estudo de um item, esses dados sempre devem prevalecer sobre os valores padrão registrados.

Com base na avaliação do desempenho e do tempo informados ou registrados previamente, utiliza-se a modelagem *fuzzy*, relacionada à mudança

de conteúdo, detalhada na Seção 4.1, para identificar se o estudante vai estudar:

- um objeto do item de conteúdo programático seguinte com reforço do conteúdo anterior;
- um objeto para item de conteúdo programático seguinte sem reforço ou;
- outro objeto para item de conteúdo programático anterior, se existir.

Na realização da simulação do estudo, conforme algoritmo do *Adaptation Module*, devem ser selecionados os objetos coincidentes com as palavras-chave do item, considerados os critérios de adaptação indicados pelo professor e as preferências das mídias informadas pelo estudante. Após a simulação do estudo, deve ser apresentado não só o objeto selecionado durante o estudo do item, como também a relação de objetos selecionados durante o processo de escolha do melhor objeto, contendo a informação, recomendados ou não para o dispositivo utilizado para o estudo e ordenados por:

- ponderada e a indicação de sua posição;
- votação e a indicação de sua posição;
- tipos de mídias.

Ainda na realização da simulação do algoritmo, se a modelagem *fuzzy*, relativa ao estudo do item de conteúdo programático anterior, indicar a necessidade de um outro objeto como reforço, também deverá ser selecionada a relação de objetos coincidentes com as palavras-chave do item de conteúdo programático anterior, considerados os critérios de adaptação, a preferência das mídias e apresentado o objeto, ainda não estudado, para esse novo estudo, se existir, e a relação de objetos desse item, contendo a informação, recomendados ou não para o dispositivo utilizado para o estudo e ordenados por:

- norma ponderada e a indicação de sua posição;
- votação e a indicação de sua posição;
- tipos de mídias.

Ademais, se não há um novo objeto para o estudo de um item, indicando que todos já foram utilizados e estudados, deve-se selecionar, aleatoriamente, um outro objeto da relação.

A ordenação pela norma ponderada e votação, associada aos estilos de aprendizagem, segue a modelagem *fuzzy* que avalia alguma alteração nos estilo do estudante descritos na Seção 4.1.

Se o critério de conhecimentos pré-adquiridos for indicado pelo professor, a simulação deve considerar que o item de conteúdo programático marcado como conhecido pelo estudante não deverá ser estudado e seguirá para o próximo item ainda não conhecido do curso. Caso contrário, o percurso da simulação, pelos itens de conteúdo programático do curso, não deverá levar em consideração os itens conhecidos pelo estudante.

Na simulação pelo critério tecnologia, conforme apresentado no Capítulo 5, deve-se somente marcar o objeto como recomendado e não recomendado para ser exibido no dispositivo utilizado para estudo do item de conteúdo programático do curso. Caso ocorra empate na ordenação pela norma ponderada/votação, deve-se selecionar o primeiro dos objetos que possuir marcação recomendado, se existir.

A classificação de todos os objetos selecionados pelos tipos de mídias, é realizada por meio dos valores obtidos com a Equação 5.1.

No algoritmo *Adaptation Module* (Seção 5.4), deve-se considerar uma prioridade entre os critérios de adaptação, após a seleção dos objetos compatíveis com o item de conteúdo programático. A precedência é:

- 1) ordenação pela norma ponderada ou votação associada aos estilos de aprendizagem;
- 2) marcação dos objetos como recomendado ou não pela tecnologia;
- 3) ordenação pelas preferências das mídias.

E, seleciona-se o objeto mais indicado ainda não estudado, se existir, segundo essa ordem de classificação.

Após a simulação do estudo, deve-se apresentar o resultado obtido com a avaliação do desempenho e do tempo de permanência no item de conteúdo programático estudado, o nome do item de conteúdo programático estudado, o novo estilo de aprendizagem do estudante e deve-se atualizar a relação de itens já estudados.

Ao realizar a simulação, deve-se armazenar informações de histórico de estudo de um estudante no curso, que deve conter as seguintes informações:

- estudante e curso simulados;

- item de conteúdo programático e correspondentes objetos estudados;
 - estilo de aprendizagem durante o estudo do objeto;
 - dispositivo utilizado para o estudo do objeto;
 - mídias selecionadas pelo estudante;
 - tipo de adaptação considerados no estudo do curso.
- Atualizar dados após a simulação. Nessa ação, ocorre a apresentação dos estilos de aprendizagem do estudante atualizados e dos valores do tempo de permanência (*timing*) e do desempenho (*performance*) do item previamente estudado. Ela é necessária para permitir a simulação do estudo de outro item de um curso.
- Apresentar histórico de estudo em um curso. Com base na escolha do estudante e do curso, essa funcionalidade deve permitir ao usuário observar o histórico do estudo desse estudante no curso, apresentando:
 - o nome do estudante e o curso;
 - os critérios de adaptação habilitados para o curso;
 - os valores para os tipos de mídias inseridos como preferência para o estudante;
 - os itens estudados no curso, contendo: o nome do item, o desempenho e o tempo de permanência no objeto;
 - para cada item estudado; a relação de objetos selecionados;
 - para cada objeto selecionado; o critério de seleção, os dados do dispositivo e o estilo de aprendizagem do estudante durante o estudo.
- Realizar o acesso ao simulador. O usuário cadastrado realiza o acesso ao simulador por meio do seu login e senha, habilitando as operações permitidas a sua classe de usuário. Inicialmente, existe um usuário administrador cadastrado contendo o login = “admin” e senha = “123” que pode efetuar o acesso ao simulador.
- Finalizar o acesso de um usuário ao simulador. A finalização do acesso permite a outro usuário acessar o simulador.
- Registrar valores padrão para a simulação do estudo dos itens de um curso. Um estudante matriculado em um curso ou o administrador pode registrar previamente valores padrão para o tempo (*timing*) e o desempenho (*performance*) durante a simulação do estudo para todos os itens de um curso.

Esses valores poderão ser utilizados no momento da simulação do estudo pelo estudante, desde que não sejam informados novos valores de tempo e de desempenho no momento da realização da simulação do estudo de um item.

- sair do simulador. A finalização do simulador deve ser realizada por meio dessa funcionalidade.

No simulador, como citado, serão consideradas as classes de usuários administrador, professor e estudante, sendo permitido ao:

- professor: influenciar nos tipos de adaptação para o seu curso, manter objetos de aprendizagem, realizar matrícula de estudantes em seu curso, cancelar a matrícula de um estudante do seu curso, observar a relação de seus cursos e os históricos de estudo dos estudantes matriculados;
- estudante: manter conhecimentos pré-adquiridos, manter seus dispositivos, informar as preferências das mídias, obter e apresentar o seu estilo de aprendizagem e realizar a simulação do seu estudo;
- administrador: manipular todas as funcionalidades, com exceção de obter o estilo de aprendizagem, que é específico da classe estudante.

Pode-se, então, observar que administrador é a classe de usuários que pode realizar quase todas as funcionalidades do simulador. Assim, nessa primeira versão, serão desenvolvidas todas as funcionalidades relativas ao administrador, além da possibilidade do estudante realizar a obtenção do seu estilo de aprendizagem inicial.

6.1.2 Restrições obrigatórias

As restrições obrigatórias gerais para o simulador são:

- a) **Descrição:** deve utilizar o IEEE 1484.12.1 para especificar os metadados dos objetos de aprendizagem. Esse padrão possui nove categorias, das quais, no simulador, serão consideradas somente alguns atributos das categorias geral, técnica e educacional.

Razão: as categorias possuem características utilizadas para a catalogação em repositórios de objetos de aprendizagem, que permitem recuperá-los por sistemas de busca ou utilizá-los em Ambientes Virtuais de Aprendizagem,

com o objetivo de compor unidades de aprendizagem. Além disso, são utilizados pelo modelo de referência SCORM e IMS *Learning Design*.

Critério: a catalogação dos objetos de aprendizagem levará em consideração somente os atributos das categorias geral, técnica e educacional apresentados nas Tabelas 2.2, 2.3, 2.4.

- b) **Descrição:** na catalogação dos objetos de aprendizagem, o simulador também deve calcular os valores da norma e da norma ponderada, com base em alguns atributos da categoria Técnica e Educacional do IEEE 1484.12.1 associadas aos estilos de aprendizagem do modelo FSLSM e armazená-las, para posterior avaliação de adequação ao estilo de aprendizagem do estudante.

Razão: a realização do cálculo e armazenamento das normas de um objeto no momento da catalogação faz com que o simulador não utilize esse tempo de cálculo durante a avaliação de adequação aos estilos de aprendizagem do estudante.

Critério: na Seção 5.1, pode-se observar as considerações em relação aos atributos do IEEE 1484.12.1 e aos estilos de aprendizagem do modelo FSLSM. Tendo por base essas considerações, os detalhes sobre o cálculo da norma e da norma ponderada de um objeto são apresentadas na Seção 5.2.

- c) **Descrição:** o acesso aos objetos de aprendizagem deve considerar algumas limitações em relação aos recursos de hardware dos dispositivos. Considere-se que a base de dados de dispositivos móveis pode armazenar para cada tipo/modelo os atributos:

- t1: taxa de transmissão: número de bytes/segundo;
- t2: tipo de teclado;
- t3: tamanho da tela: x polegadas;
- t4: forma de acesso/tecnologia: *bluetooth*, GSM, WAP;
- t5: sistema operacional;
- t6: quantidade de memória: número de bytes;
- t7: funções extras;
- t8: aplicativos: exemplos: Java MIDP (*Mobile Information Device Profile* (2.0), Flash Lite 3.0, bate-papo e mensagens instantâneas, navegador Nokia, JavaScript 1.3 e 1.5, Quickoffice [QuickWord, QuickPoint, QuickSheet], visualizador de PDF, gerenciador de zip;

- t9: reprodução de áudio;
- t10: reprodução de vídeo;
- t11: tempo de reprodução máximo.

No simulador, serão considerados somente os valores atributos: t2: tipo de teclado, conforme Tabela 5.12, e t3: tamanho da tela em x polegadas.

Razão: simplificação do problema.

Critério de ajuste: a apresentação adequada do objeto ao tipo de dispositivo será avaliada com base nas especificações do atributo *OtherPlatformsRequirements*, categoria técnica do padrão IEEE 1484, associadas ao objeto. Nesse atributo, deve-se indicar qual o tamanho máximo da tela (*monitorSize*) mais adequado para uma boa visualização do conteúdo e os tipos de teclados *keyboardType* que agilizam a sua manipulação. Um exemplo de especificação para o *OtherPlatformsRequirement* é “*monitorSize=15;keyboardType=software keyboard,standard,laptop size*”.

- d) **Descrição:** o fato do objeto não ser recomendado para ser utilizado no dispositivo não impede o seu uso, somente indica que podem ocorrer dificuldades na manipulação desse objeto pelo estudante. Assim, durante a simulação, o objeto compatível com um determinado item de conteúdo programático deve ser marcado como recomendado ou não recomendado para ser utilizado no dispositivo.

Razão: apresentação adequada e melhor usabilidade do objeto de aprendizagem no dispositivo.

Critério de ajuste: o simulador deve indicar a seleção do objeto mais adequado ao dispositivo do estudante. Para isso, tendo por base o objeto selecionado, compatível com o item de conteúdo programático do curso, e o dispositivo utilizado para estudo, avaliam-se as características técnicas do dispositivo e as informações que constam no atributo *OtherPlatformsRequirement* para indicar a recomendação ou não do seu estudo.

- e) **Descrição:** deve utilizar o modelo FSLSM [25] para representar o estilo de aprendizagem de um estudante.

Razão: um dos modelos que determina os estilos de aprendizagem de um estudante nas dimensões entrada, processamento, percepção e entendimento e foi utilizado no desenvolvimento de algumas aplicações adaptativas, conforme apresentado em [171].

Critério: segundo o modelo FSLSM, a aprendizagem apresenta as dimensões: processamento (ativo/reflexivo), percepção (sensorial/intuitiva), entrada (visual/verbal) e compreensão (sequencial/global). Inicialmente, esse estilo pode ser obtido por meio do ILS, um questionário composto de 44 perguntas (apresentadas nas Tabelas 2.5, 2.6, 2.7 e 2.8) e seguindo a lógica apresentada na Figura 2.4.

- f) **Descrição:** deve utilizar a tabela de conteúdo programático para um curso contendo informações relativas ao assunto a ser estudado, desempenho (*performance*), tempo de permanência (*timing*) e palavras-chave.

Razão: a tabela de conteúdo programático é utilizada para identificar os itens de conteúdo programático a serem estudados em um curso.

Critério: a tabela de conteúdo programático de um curso deve estar em consonância com o modelo apresentado na Tabela 3.1.

- g) **Descrição:** deve utilizar a computação *fuzzy* associada ao desempenho, tempo de estudo e estilo de aprendizagem atual para avaliar possível mudança no estilo de aprendizagem do estudante a cada novo tópico de estudo e consequente escolha do objeto de aprendizagem mais adequado.

Razão: na modelagem do estilo de aprendizagem, apresentada na Seção 5.2, foi utilizada a lógica *fuzzy* que, pelas simulações no MATLAB, mostrou-se adequada.

Critério: a identificação de alterações no estilo de aprendizagem é realizada pela lógica *fuzzy* com base nos dados do estilo de aprendizagem atual e dos valores de tempo de estudo e desempenho em um item de conteúdo programático para um curso, conforme proposto e testado no Capítulo 4.

- h) **Descrição:** deve permitir a marcação dos conhecimentos pré-adquiridos por um estudante no curso. Esses conhecimentos referem-se aos conteúdos que são de domínio do estudante e, no simulador, essa informação será considerada suficiente para que o estudante, durante o seu estudo, possa avançar para o próximo item do curso ainda não conhecido.

Razão: em uma situação real, seria possível aplicar uma avaliação para verificar se o estudante realmente conhece os assuntos informados e, tendo por base essa informação, tomar a melhor decisão, mas no simulador, como simplificação, essa informação será suficiente para avançar para os itens não conhecidos do curso.

Critério: a marcação de um conhecimento pré-adquirido no curso é considerada suficiente para avançar para o próximo item não conhecido. Para esse item conhecido, o simulador não deve propor objeto para estudo e seguir para o próximo item não conhecido.

- i) **Descrição:** o desempenho está relacionado ao resultado obtido pelo estudante em um determinado assunto e ao tempo de permanência em um objeto de aprendizagem. Esses valores são utilizados pelo simulador para a avaliação da permanência no item corrente, avanço para o próximo item com ou sem reforço do item corrente.

Razão: com base nas medidas do desempenho e do tempo de permanência, considera-se que é possível inferir o nível de conhecimento do estudante e se é necessário estudar algum ponto ainda não suficientemente aprendido [30]. Além disso, na Seção 5.1, foi apresentada uma modelagem desse problema utilizando-se lógica *fuzzy* e realizada uma simulação no MATLAB que permitiu avaliar o seu funcionamento.

Critério: o desempenho e o tempo de permanência do estudante permitem identificar se o estudante deve permanecer no tópico recém estudado, avançar para o próximo item sem sugerir reforço ou avançar para o próximo tópico sugerindo algum tipo de reforço, conforme a modelagem *fuzzy* descrita na Seção 5.1.

- j) **Descrição:** os tipos de mídia de um objeto devem ser informados no momento da catalogação do objeto por meio de um item do atributo *description* da categoria geral do IEEE 1484 separados por vírgula.

Razão: segundo [1], esse atributo representa uma descrição textual do conteúdo do objeto de aprendizagem, sendo assim indicado para armazenar esses dados sobre o objeto.

Critério: Os tipos de mídias considerados para o objeto de aprendizagem são baseados em [153] e representam os valores de jogos educativos, simulação, animação, texto, áudio e vídeo e uma combinação desses valores deve ser informada no item do atributo *description* da categoria geral do IEEE 1484 de um determinado objeto no momento da catalogação.

- k) **Descrição:** o usuário (professor/administrador) pode influenciar no funcionamento dos critérios de adaptabilidade: estilos de aprendizagem, tecnologias, conhecimento pré-adquirido e desempenho.

Razão: a influência no funcionamento dos critérios de adaptação permite que o simulador funcione com ou sem adaptação de algum critério.

Critério: o simulador deve oferecer aos usuários a opção de habilitar ou desabilitar o funcionamento dos critérios de adaptação.

- l) **Descrição:** deve permitir ao administrador a escolha do critério de avaliação dos estilos de aprendizagem.

Razão: permitir avaliação desses critérios de seleção do objeto associado aos estilos de aprendizagem.

Critério: se considerada a adaptação pelo estilo de aprendizagem, deve oferecer ao usuário a opção de selecionar o critério norma ponderada ou votação fazendo com que, na simulação do estudo, seja utilizado esse critério para seleção do objeto mais adequado.

- m) **Descrição:** deve considerar uma prioridade entre os critérios de adaptação estilos de aprendizagem, tecnologia e a preferência nos tipos de mídias pelo estudante. Assim, em termos de precedência, tem-se:

- 1) estilos de aprendizagem;
- 2) tecnologia;
- 3) preferência nos tipos de mídia.

Razão: os estilos de aprendizagem são considerados como o critério mais importante na adaptação.

Critério: baseando-se nos objetos selecionados, compatíveis com o item de conteúdo programático do curso, realiza-se a ordenação na sequência estabelecida pela prioridade.

6.1.3 Fatos e suposições relevantes

Alguns fatos e suposições consideradas relevantes para o simulador são:

- a) Na primeira versão, o simulador deve apresentar todas funcionalidades associadas ao administrador e a funcionalidade “obter o estilo de aprendizagem do estudante”, permitindo, com isso, o teste de todas as funcionalidades propostas na Seção 6.1.
- b) O simulador será construído para desktop, sem conexão à Internet.

- c) O desenvolvimento será realizado em Java por questões de portabilidade em sistemas operacionais diferentes.
- d) A lógica *fuzzy* utilizada na modelagem dos estilos de aprendizagem e do desempenho do estudante deve ser realizada por meio do JFuzzyLogic [169], pacote Java para lógica *fuzzy*.
- e) Os atributos das categorias geral, técnica e educacional do IEEE 1484, apresentados nas Tabelas 2.2, 2.3, 2.4, são suficientes para representar adequadamente um objeto de aprendizagem.
- f) Se não existir objeto ainda não estudado para um determinado item de conteúdo programático e for necessário obter um novo objeto para apresentar ao estudante, o simulador deve selecionar, aleatoriamente, um outro objeto dentre os já estudados.
- g) Na primeira versão do simulador, supõe-se que um mesmo objeto contempla o tópico a ser estudado e a atividade.

6.2 Projeto e desenvolvimento

Tendo em vista a especificação de requisitos, foi elaborado o projeto do simulador envolvendo os diagramas de Casos de Uso e de Classes da UML, com base nas referências [159], [162], [167], [168] e [172]. Na elaboração desses diagramas, foi utilizado o *astah Community* [173].

Uma ilustração do diagrama de casos de uso com o objetivo de captar os requisitos funcionais do simulador e as interações entre os atores e o sistema podem ser observados na Figura 6.1.

Com o objetivo de expor detalhes sobre como o simulador é utilizado, foram elaboradas as narrativas associadas aos seus casos de uso. Nessa narrativa, além da descrição do caso de uso, foram destacados os atores que podem utilizá-lo, a pré-condição para o seu uso, o cenário principal de sucesso e alguns cenários alternativos. Algumas narrações para os casos de uso da Figura 6.1, destacados na cor cinza, são:

- **Manter Usuário**

Descrição: Responsável por permitir a consulta, inclusão, alteração e exclusão de dados do cadastro de usuários.

Ator: Administrador.

Figura 6.1: Diagrama de Casos de Uso para o Simulador.

Pré-Condição: Receber a identificação do tipo de operação.

Cenário Principal de Sucesso:

1. Manutenção do Cadastro de Usuários:

1.1. se “inclusão”, habilita-se a edição dos dados;

1.2. se “consulta” ou “alteração” ou “exclusão”:

1.2.1. o simulador prepara uma lista de todos os nomes dos usuários cadastrados;

1.2.2. o usuário seleciona um usuário da lista;

1.2.3. se “alteração”, apresenta os dados e os habilita para edição;

1.2.4. se “consulta” ou “exclusão”;

1.2.4.1. apresenta os dados do usuário desabilitados para edição;

1.2.4.2. no caso de “exclusão”, o simulador solicita confirmação.

2. O usuário informa, no caso de “inclusão”, nome, e-mail, login, senha e classe do usuário (administrador, professor, estudante).
3. O usuário pode alterar, no caso de “alteração”, nome, e-mail, login e senha do usuário.
4. O usuário confirma a operação realizada.
5. O simulador deve atualizar os dados cadastrais do usuário, caso “inclusão” e “alteração”:
 - 5.1. no caso de “inclusão”, o simulador gera automaticamente um código único de identificação.
6. caso “exclusão”, o simulador deve excluir todos os dados associados ao usuário.

Cenário Alternativo:

Necessário informar todos os dados.

- Cadastro não permitido, caso os campos não estejam preenchidos.

Exclusão não permitida.

- Não é possível excluir um estudante matriculado em um curso ou um professor atuando em um curso.

- **Montar Normas para um Objeto**

Descrição: (Caso de Uso de extensão) responsável por realizar o cálculo e armazenamento da norma e da norma ponderada para um objeto de aprendizagem O_k .

Ator: Administrador, Professor.

Pré-Condição: receber os dados de um objeto de aprendizagem O_k .

Cenário Principal de Sucesso:

1. o simulador obtém alguns atributos das categorias geral, técnica e educacional do padrão IEEE 1484 do objeto de aprendizagem O_k . São eles:
 - 1.1. *learning resource type*;
 - 1.2. *interactivity level*;
 - 1.3. *interactivity type*;
 - 1.4. *semantic density*;
 - 1.5. *difficulty* e;
 - 1.6. *format*.

2. O simulador encontra o vetor $\overrightarrow{fls_{O_k}}$ do objeto O_k , conforme Eq. 5.2.
3. Para cada dimensão do modelo FLSM:
 - 3.1. para cada valor da dimensão:
 - 3.1.1. o simulador calcula a norma pela Eq. 5.6;
 - 3.1.2. o simulador calcula a norma ponderada pela Eq. 5.8.
4. O simulador atualiza os dados da norma e da norma ponderada obtidos para o objeto de aprendizagem O_k .

• **Acessar Curso**

Descrição: permite realizar o acesso a um curso pela indicação do curso, estudante e dispositivo que serão utilizados para realizar a simulação do estudo. Essa operação habilita a simulação pelo usuário.

Ator: Administrador, Estudante.

Cenário Principal de Sucesso:

1. Se Administrador:
 - 1.1. o simulador carrega e apresenta a relação de estudantes;
 - 1.2. o usuário seleciona um estudante da relação.
2. O sistema carrega e apresenta a relação de dispositivos que o estudante possui.
3. O usuário seleciona o dispositivo.
4. O sistema carrega e apresenta a relação de cursos em que o estudante está matriculado.
5. O usuário seleciona o curso.
6. O usuário confirma o acesso.
7. O sistema habilita a simulação do estudo.

Cenário Alternativo:

Necessário selecionar um estudante da relação.

- Não é possível o administrador acessar um curso sem indicar o estudante que fará o acesso.

Necessário selecionar um dispositivo da relação.

- Não é possível o usuário acessar um curso sem indicar o dispositivo que fará o acesso.

Necessário selecionar um curso da relação.

– Não é possível o usuário acessar um curso sem informar qual é o curso.

- **Apresentar Informações Gerais para Simulação**

Descrição: responsável por apresentar informações gerais para a realização da simulação de um item.

Ator: Administrador, Estudante.

Pré-Condição: ter realizado o acesso de um estudante a um curso.

Cenário Principal de Sucesso:

1. O simulador carrega e apresenta os dados associados ao estudante:
 - 1.1. o estilo de aprendizagem atual;
 - 1.2. as preferências das mídias indicadas pelo estudante;
 - 1.3. os itens de conteúdo programático do curso e os assuntos conhecidos;
 - 1.4. as características do dispositivo utilizados para estudo;
 - 1.5. os critérios de adaptação indicados pelo professor;
 - 1.6. o critério de seleção associado aos estilos de aprendizagem do estudante.
2. O simulador carrega a tabela de conteúdo programática do curso contendo os assuntos a serem estudados.
3. O simulador carrega e apresenta os tipos de adaptação/seleção informados pelo professor para o curso.
4. O simulador carrega e apresenta o critério de seleção dos objetos de aprendizagem (votação ou norma ponderada).
5. O simulador carrega e apresenta o tempo de estudo para o próximo tópico configurado para o estudante, se não for primeiro item a ser estudado.
6. O usuário configura o tempo/desempenho relativo ao estudo do estudante no próximo tópico do curso, caso o usuário não o configure utiliza os valores padrão, previamente registrados.

- **Apresentar Histórico de Estudo em um Curso**

Descrição: responsável por apresentar dados de histórico de estudo realizado por um estudante em um curso, tais como: desempenho na atividade, tempo de estudo, estilo de aprendizagem, tipos de mídias escolhidas, dispositivo utilizado para estudo, o(s) item(s) de conteúdo estudado(s), objeto(s) de aprendizagem estudado(s), influência do professor para o curso.

Atores: Administrador, Professor, Estudante.

Cenário Principal de Sucesso:

1. Se Administrador:
 - 1.1. o simulador carrega e apresenta a relação de estudantes;
 - 1.2. o usuário seleciona um estudante da relação.
2. Se Professor:
 - 2.1. o simulador carrega e apresenta a relação de estudantes matriculados nos cursos desse professor;
 - 2.2. o usuário seleciona um estudante da relação.
3. O simulador carrega e apresenta a relação de cursos que o estudante está matriculado.
4. O usuário seleciona um curso da relação.
5. O simulador carrega e apresenta o histórico dos tipos de adaptação habilitados para o curso.
6. O simulador carrega e apresenta o histórico da preferência dos tipos de mídias.
7. O simulador carrega e apresenta o histórico dos itens estudados do curso, mostrando o item estudado, o tempo de estudo e o desempenho.
8. O usuário seleciona um ou mais itens estudados.
9. Para cada item selecionado:
 - 9.1. o simulador apresenta os objetos utilizados para estudo desse item;
 - 9.2. o usuário seleciona um ou mais objetos estudados;
 - 9.3. para cada objeto selecionado:
 - 9.3.1. o simulador carrega e apresenta o histórico do critério de seleção dos estilos de aprendizagem durante o estudo do objeto;
 - 9.3.2. o simulador carrega e apresenta o histórico do dispositivo utilizado para estudo do objeto;
 - 9.3.3. o simulador carrega e apresenta o histórico dos estilos de aprendizagem do estudante durante o estudo do objeto.

Cenário Alternativo:

Necessário selecionar um estudante da relação.

- Não é possível carregar os cursos em que o estudante está matriculado.

Necessário selecionar um curso da relação.

- Não é possível carregar a tabela de conteúdo programático sem informar qual é o curso.

Necessário selecionar um item estudado da relação.

- Não é possível carregar os objetos utilizados para o estudo do item, sem selecioná-lo.

Necessário selecionar um objeto utilizado para estudo da relação.

- Não é possível carregar os dados do histórico de estudo do objeto, sem selecioná-lo.

- **Simular Estudo de um Item de um Curso**

Descrição: responsável por realizar o estudo de um item do curso utilizando um dado dispositivo.

Ator: Administrador, Estudante.

Pré-Condição: ter apresentado as Informações Gerais para a Simulação ou Restaurado os dados após uma simulação.

Cenário Principal de Sucesso:

1. O usuário configura o tempo/desempenho relativo ao estudo do estudante nesse tópico do curso, caso o usuário não os configure, utiliza os valores padrão, previamente registrados.
2. O simulador obtém a lista de objetos de aprendizagem ordenada (pelo estilo de aprendizagem, tecnologia e preferência das mídias) para o assunto em estudo do curso e para o dispositivo do estudante. Além disso, obtém a lista de objetos de aprendizagem para o assunto anterior estudado, caso necessite de reforço, segundo os critérios de adaptação: desempenho, conhecimento pré-adquirido, estilo de aprendizagem, tecnologia. *Extends* (Seleciona Objeto de Aprendizagem Adaptado).
3. O simulador:
 - 3.1. apresenta o objeto marcado como estudado na lista de objetos ordenada (primeiro ainda não estudado, ou aleatório, caso não haja objeto ainda não estudado), grava esse objeto, o desempenho e o tempo de estudo do estudante.
 - 3.2. marca e grava o assunto da tabela de conteúdo programático como estudado, caso o estudante tenha conseguido desempenho para mudar para próximo assunto do curso.

- 3.3. apresenta, para o assunto estudado, a lista de objetos ordenados pelos critérios: norma ponderada, votação, tecnologia e preferência das mídias.
- 3.4. grava o dispositivo utilizado para o estudo desse objeto, o seu estilo durante o estudo e a preferência das mídias.
4. Se o estudante necessita de reforço, o simulador:
 - 4.1. apresenta e grava o objeto marcado como reforço para o assunto anterior (primeiro ainda não estudado, ou aleatório, caso não haja objeto ainda não estudado);
 - 4.2. apresenta, para o assunto anterior, a lista de objetos ordenados pelos critérios: norma ponderada, votação, tecnologia e preferência das mídias.
 - 4.3. grava o dispositivo utilizado para o estudo desse objeto, o seu estilo durante o estudo e a preferência das mídias.

Cenário Alternativo:

Não há objetos para o item.

- Não é possível obter uma lista de objetos de aprendizagem para o item, se não há objetos cadastrados.

- **Selecionar Objeto de Aprendizagem Adaptado**

Descrição: (Caso de uso de Extensão): responsável por realizar o estudo de um item do curso por um dado dispositivo, marcando o objeto de aprendizagem selecionado como estudado, segundo os critérios de adaptação: desempenho, conhecimento pré-adquirido, estilo de aprendizagem, tecnologia, tipos de mídias de escolha do estudante e influência do professor nos critérios de adaptação.

Ator: Administrador, Estudante.

Pré-Condição: ter apresentado as Informações Gerais para a Simulação ou Restaurado os dados após uma simulação.

Cenário Principal de Sucesso:

1. Se o desempenho deve ser avaliado e o estudante completou estudo em um assunto do curso:
 - 1.1. o simulador obtém o desempenho do estudante encontrando o *timing/performance* sobre o objeto estudado e, utilizando a tabela de conteúdo programático, aplica computação *fuzzy* determinando se o estudante:

- 1.1.1. continua no conteúdo corrente;
- 1.1.2. muda para um conteúdo novo ;
- 1.1.3. muda para um novo conteúdo, sugerindo um outro conteúdo corrente como reforço.

Caso contrário:

- 1.1. o simulador identifica que o estudante deve mudar para um conteúdo novo não iniciado.

O simulador atualiza informação;

2. Se o conhecimento pré-adquirido deve ser avaliado e ((estudante muda para conteúdo novo) ou (muda para conteúdo novo, sugerindo um reforço)):

- 2.1. o simulador obtém e analisa o conhecimento pré-adquirido do estudante no curso e utiliza a tabela de conteúdo programático com o objetivo de identificar qual será o novo conteúdo. Se o conteúdo, na sequência, já é de conhecimento do estudante, segue para o próximo conteúdo com conhecimento ainda não adquirido;

Caso contrário:

- 2.1. o simulador obtém o primeiro assunto ainda não estudado da tabela de conteúdo programático do curso;

3. Se os estilos de aprendizagem devem ser avaliados e o estudante completou o estudo de item do curso:

- 3.1. o simulador obtém o estilo de aprendizagem atual do estudante e utilizando a *performance/timing* e a computação *fuzzy* determina o novo estilo de aprendizagem para o estudante

- 3.1.1. o simulador atualiza o novo estilo de aprendizagem para o estudante.

4. Se ((o estudante muda para um conteúdo novo) ou (muda para um novo conteúdo, sugerindo reforço)) e (não continua no conteúdo corrente), então, seleciona objeto para o próximo item de conteúdo:

- 4.1. o simulador seleciona os objetos do repositório, que possuem as palavras-chave coincidentes com as do item da tabela de conteúdo programático do curso, gerando uma lista de objetos selecionados;

- 4.2. se os estilos de aprendizagem devem ser avaliados e o estudante completou estudo do item do curso ou se é o primeiro assunto do curso:

- 4.2.1. o simulador avalia os objetos da lista pelo critério votação/norma ponderada realizando as ordenações necessárias. *Extends* (Ordenar Objetos Segundo Estilo de Aprendizagem do Estudante).
- 4.3. se a tecnologia deve ser avaliada:
 - 4.3.1. o simulador marca os objetos da lista que são compatíveis com o dispositivo do estudante. *Extends* (Marcar os Objetos Compatíveis com a Tecnologia do Estudante).
- 4.4. o simulador ordena os objetos da lista segundo as escolhas do tipo de mídia do estudante. *Extends* (Ordenar Objetos de Aprendizagem pela Escolha das Mídias do Estudante).
- 4.5. o simulador marca o primeiro dos objetos da lista como estudado, se possível, que tenha status técnico recomendado, ainda não tenha sido estudado pelo estudante e grava como selecionado;
- 4.6. caso todos os objetos já tenham sido estudados, o simulador marca, aleatoriamente, um objeto a ser apresentado ao estudante.
- 5. Se o estudante continua no conteúdo corrente ou muda para um conteúdo novo, sugerindo um reforço então seleciona objeto para o item de conteúdo corrente:
 - 5.1. o simulador seleciona os objetos do repositório que possuem as palavras-chave coincidentes com as do item da tabela de conteúdo programático do curso, gerando uma lista de objetos selecionados;
 - 5.2. se os estilos de aprendizagem devem ser avaliados e o estudante completou o estudo no assunto do curso ou é o primeiro assunto do curso:
 - 5.2.1. o simulador avalia os objetos da lista pelo critério votação/norma ponderada realizando as ordenações necessárias. *Extends* (Ordenar Objetos Segundo Estilo de Aprendizagem do Estudante).
 - 5.3. se a tecnologia deve ser avaliada:
 - 5.3.1. o simulador marca os objetos que são compatíveis com o dispositivo do estudante. *Extends* (Marcar os Objetos Compatíveis com a Tecnologia do Estudante).
 - 5.4. o simulador ordena os objetos segundo as escolhas do tipo de mídia do estudante. *Extends* (Ordena Objetos de Aprendizagem pela Escolha das Mídias do Estudante);

- 5.5. o simulador marca o primeiro dos objetos da lista a ser apresentado ao estudante, se possível, que tenha status técnico recomendado e ainda não tenha sido estudado pelo estudante;
- 5.6. caso todos os objetos já tenham sido estudados, o simulador marca, aleatoriamente, um objeto a ser apresentado ao estudante.

Cenário Alternativo:

Não há objetos para o item.

- Não é possível obter uma lista de objetos de aprendizagem para o item, se não há objetos cadastrados que correspondem ao item.

- **Ordenar Objetos Segundo Estilo de Aprendizagem do Estudante**

Descrição: (Caso de uso de Extensão) ordenar o(s) objeto(s) de aprendizagem segundo os estilo de aprendizagem, após a filtragem dos objetos pelas palavras-chave, utilizando o critério votação/norma ponderada.

Ator: Administrador, Estudante.

Pré-Condição: que a seleção dos objetos de aprendizagem tenha ocorrido, baseada nas palavras-chave e obtendo uma lista de objetos selecionados.

Cenário Principal de Sucesso:

1. O simulador obtém a tabela, previamente calculada e armazenada, que relaciona a categoria LOM e a norma/norma ponderada envolvendo todos os valores das dimensões dos estilos de aprendizagem para todos os objetos da lista compatíveis com as palavras chave do item de conteúdo programático.
2. Para cada valor do estilo do estudante, o simulador monta uma nova tabela contendo as normas do objeto relacionadas aos valores compatíveis com o estilo do estudante.
3. Baseando-se na tabela dos estilos do estudante:
 - 3.1. o simulador encontra a quantidade de valores menores para as normas de cada objeto da lista em cada dimensão do estilo e armazena em um vetor como um critério de votação;
 - 3.2. para cada objeto da lista, o simulador calcula a norma ponderada envolvendo todos os estilos do estudante, conforme a Equação 5.9.
4. O simulador ordena os objetos em ordem crescente pelo critério de votação e coloca a posição real de cada objeto, pois vários objetos podem ter o mesmo valor de votação indicando que estão na mesma posição.

5. O simulador armazena a lista ordenada pelo critério votação.
6. O simulador ordena os objetos em ordem decrescente pelo critério norma ponderada e coloca a posição real de cada objeto, pois vários objetos podem ter o mesmo valor de norma ponderada indicando que estão na mesma posição.
7. O simulador armazena a lista ordenada pelo critério norma ponderada.

- **Marcar os Objetos Compatíveis com a Tecnologia do Estudante**

Descrição: (Caso de uso de Extensão) marcar o objeto de aprendizagem como recomendado ou não recomendado para ser exibido no dispositivo do estudante.

Ator: Administrador, Estudante.

Pré-Condição: que a seleção dos objetos de aprendizagem tenha ocorrido, baseada nas palavras-chave e tenha gerado uma lista de objetos selecionados.

Cenário Principal de Sucesso:

1. O simulador obtém as características tamanho do monitor e tipo de teclado utilizadas pelo estudante.
2. Para cada objeto da lista de objetos selecionados, o simulador:
 - 2.1. marca objeto como “recomendado”;
 - 2.2. obtém o tamanho do monitor e o tipo de teclado mais adequado ao objeto a partir do atributo *otherPlatformRequirements* da categoria técnica do LOM;
 - 2.3. verifica se o tamanho do monitor e o tipo de teclado são adequados, e caso não sejam adequados, o simulador marca o objeto como “não recomendado”.

- **Ordenar Objetos de Aprendizagem pela Escolha das Mídias do Estudante**

Descrição: (Caso de uso de Extensão) ordenar o(s) objeto(s) de aprendizagem baseado na classificação das mídias (áudio, vídeo, texto, simulação, jogo educativo, animação) realizada pelo estudante.

Ator: Administrador, Estudante.

Pré-Condição: que a seleção dos objetos de aprendizagem tenha ocorrido, baseada nas palavras-chave e tenha gerado uma lista de objetos selecionados.

Cenário Principal de Sucesso:

1. O simulador carrega as preferências pelos tipos de mídias do estudante
2. Para cada objeto selecionado:
 - 2.1. o simulador obtém os tipos de mídias encontrados no atributo *description* da categoria Educational do LOM;
 - 2.2. para cada mídia do objeto:
 - 2.2.1. o simulador obtém o valor para esta mídia relacionado à escolha do estudante;
 - 2.2.2. o simulador acumula esse valor.
 - 2.3. o simulador divide o valor acumulado pelo total de mídias do objeto;
 - 2.4. o simulador armazena o resultado da divisão em uma lista.

No Apêndice B, estão descritas as narrativas dos outros casos de uso do simulador, ilustrados na Figura 6.1 com cor branca.

O diagrama de classes, representado na Figura 6.2, foi modelado considerando os requisitos para o simulador apresentados na Seção 6.1. Na Figura 6.2, por questões de legibilidade, são apresentados somente as classes do simulador e os seus relacionamentos.

Considerando o diagrama de classes, foi realizada a modelagem dos dados para a elaboração das tabelas no servidor de banco de dados MySQL ([161]). Na criação e na administração dessas tabelas, foram utilizados o MySQL Workbench ([174]) e o SQLyog ([175]).

Para facilitar a sua visualização, as tabelas foram separadas em três camadas lógicas, denominadas “Gestão de Usuários e Cursos” e “Histórico de Estudo”, ilustradas na Figura 6.3, e “Gestão de Objetos de Aprendizagem”, apresentada na Figura 6.4.

Figura 6.2: Diagrama de classes para o simulador, contendo somente os atributos.

Figura 6.3: Diagrama entidade relacionamento para o simulador - “Gestão de Usuários e Cursos” e “Histórico de Estudo”.

Figura 6.4: Diagrama entidade relacionamento para o simulador - “Gestão de Objetos de Aprendizagem”.

No desenvolvimento do simulador de estudo, foram utilizadas a linguagem de programação Java ([160], [164] e [165]), pela sua portabilidade, e a plataforma de desenvolvimento NetBeans IDE 7.1 ([163]), devido ao maior domínio dessa tecnologia pelo candidato.

Na interface inicial do simulador, ilustrada na Figura 6.5, podem-se visualizar onze opções de menu, a saber:

- *System*: contendo as funcionalidades responsáveis por realizar o *login* do sistema, permitir um novo *login* e finalizar a aplicação. Essas funcionalidades são representadas pelos itens *login*, *exit* e *close*.
- *User*: encarregada por manter os usuários, por meio dos itens *Add*, *Change Data*, *Delete* e *Show*.
- *Course*: responsável por manter cursos; matricular e cancelar a matrícula dos professores e estudantes em cursos; registrar e visualizar tempo de estudo e desempenho em cursos; permitir o acesso a um curso por um estudante; realizar a simulação de estudo em um curso e apresentar o histórico de estudo de um estudante em um curso. Essas funcionalidades são obtidas pelos itens *Add*, *Change Data*, *Delete*, *Show*, *Register Teacher*, *Cancel Teacher Registration*, *Register Student*, *Cancel Student Registration*, *Register Time and Performance*, *Show Time and Performance Registered*, *Access*, *Simulate Study* e *Show Study History*.
- *Device*: encarregada de manter os dispositivos de estudantes previamente cadastrados, a partir dos itens *Add*, *Change Data*, *Delete* e *Show*.
- *Object*: permite manter os objetos de aprendizagem e apresentar suas normas. Essas funcionalidades são obtidas por meio dos itens *Add*, *Change Data*, *Delete*, *Show Object* e *Show Norms*.
- *Media*: responsável por manter as preferências pelos tipos de mídias de um estudante, tendo em vista os itens *Add*, *Change Data* e *Show*.
- *Style*: possibilita obter os estilos de aprendizagem inicial e manter os estilos de aprendizagem de um estudante, por meio dos itens *Get*, *Add*, *Change Data* e *Show*.
- *Criterion*: encarregado de manter os tipos de seleção dos objetos de aprendizagem, a partir dos itens *Add*, *Change Data* e *Show*.

- *Knowledge*: permite manter os conhecimentos pré-adquiridos por um estudante em um curso, tendo como itens *Add*, *Change Data* e *Show*.
- *Adaptation*: responsável por manter os critérios de adaptação associados a um curso, por meio dos itens *Add*, *Change Data* e *Show*.
- *Help*: que contém a informação da versão do simulador, por meio do item *About*.

Conforme os requisitos, nem todas as opções de menu e seus itens estão disponíveis a todas as classes de usuários.

A interface encarregada de obter o estilo de aprendizagem de um estudante, utilizando as perguntas das Tabelas 2.5, 2.6, 2.7 e 2.8 e a lógica do algoritmo representado na Figura 2.4, pode ser visualizada na Figura 6.6.

Considerando-se que um administrador realizou o *login* no simulador e deseja simular o estudo feito por um estudante, deve, primeiramente, acessar um curso, por meio da interface apresentada na Figura 6.7. Nela, seleciona-se o estudante, seu dispositivo de acesso, o curso e pressiona-se o botão *Access* realizando-se o acesso ao curso. Nesse momento, observa-se que a interface inicial do simulador apresenta os dados associados a esse acesso (ilustrada na Figura 6.8), bem como o botão de simular estudo (*Simulate Study*) habilitado.

No desenvolvimento da funcionalidade, associada à *Simulate Study*, são apresentadas as informações relacionadas ao estudante que realizou o acesso a um curso e é permitida a simulação do estudo de um item do curso, por meio do botão “Simulate”, conforme ilustra a Figura 6.9. A lógica ligada a esse botão realiza todo o processo de adaptação, em especial, a lógica *fuzzy*, descrito no Capítulo 4. No desenvolvimento da lógica *fuzzy*, utilizou-se o pacote JFuzzyLogic [169].

Figura 6.5: Simulador: tela principal e *login*.

Get Learning Styles

Questions 1 - 11 | Questions 12 - 22 | Questions 23-33 | Questions 34-44

1 I understand something better after I
☐ try it out. ☐ think it through.

2 I would rather be considered ☐ realistic. ☐ innovative.

3 When I think about what I did yesterday, I am most likely to get
☐ a picture. ☐ words.

4 I tend to
☐ understand details of a subject but may be fuzzy about its overall structure.
☐ understand the overall structure but may be fuzzy about details.

5 When I am learning something new, it helps me to
☐ talk about it.
☐ think about it.

6 If I were a teacher, I would rather teach a course
☐ that deals with facts and real life situations.
☐ that deals with ideas and theories.

7 I prefer to get new information in
☐ pictures, diagrams, graphs, or maps.
☐ written directions or verbal information.

8 Once I understand
☐ all the parts, I understand the whole thing.
☐ the whole thing, I see how the parts fit.

9 In a study group working on difficult material, I am more likely to
☐ jump in and contribute ideas.
☐ sit back and listen.

10 I find it easier
☐ to learn facts.
☐ to learn concepts.

11 In a book with lots of pictures and charts, I am likely to
☐ look over the pictures and charts carefully.
☐ focus on the written text.

Get Cancel

Figura 6.6: Simulador: tela obter estilos de aprendizagem de um estudante.

Access a Course

Students

- Ivan Oliveira
- Geni Emilia de Souza
- Fabiana Murer**
- Ricardo Oliveira
- Mariana
- Maria Silva Oliveira
- Bruno Buccini
- Maria Teste
- Alberto Soares
- Fernando Lucci
- Lucas Barros
- Thiago Benevides
- Jonas Bloch
- Gabriel Vouga
- Ricardo da Silva Gomide
- Marcos Saberes
- Alberto Silva
- Fernando Oliveira
- Fernando Gabeira
- Fernandinho
- Alberto Seixas
- Eduardo Oliveira
- Fábio Oliveira

Student Data

Type	Model
smartphone	Xperia X10
celular	i465
notebook	LU.SG608.002

Courses Registered

- C1
- C2
- C6**
- C9

Load Data Access Cancel

Figura 6.7: Simulador: tela de acesso a um curso. Administrador seleciona a estudante “Fabiana Murer”, dispositivo “*notebook* LU.SG608.002” e o curso “C6”.

Figura 6.8: Simulador: tela inicial após acesso do administrador como estudante “Fabiana Murer”, com o dispositivo “*notebook* LU.SG608.002” no curso “C6”.

Na Figura 6.9, podem-se observar as áreas:

- *Student's Data*: na qual são apresentados os estilos de aprendizagem do estudante atual (*Learning Style*) e as preferências pelos tipos de mídias do estudante (*Media Type - Preferences*).
- *Course Items*: que apresenta o conteúdo programático do curso (*Complete Programmatic Content*) e os itens de conteúdo conhecidos pelo estudante (*Known by the Student*).
- *Device Data*: contendo as informações sobre o dispositivo utilizado para estudo durante a simulação.
- *Study Information*: que mostra os critérios de adaptação marcados para o curso (*Adaptation Criterion - Teacher Influence*) e valor do desempenho e do tempo de estudo no assunto anterior (*Previous Topic*). Também permite informar o valor do desempenho e do tempo de estudo para o próximo assunto a ser estudado, caso nenhum valor seja informado, utiliza-se o registro prévio dos valores padrão de desempenho e tempo de estudo.
- *Simulation Results*: na qual são apresentados o tipo de conteúdo estudado pelo estudante (*Content Evaluation*); o tópico estudado do curso (*Topic of Study in the Course*); e o novo estilo de aprendizagem após o estudo (*New Learning Styles*).
- *Learning Objects Results*: que apresenta os objetos selecionados durante a simulação do estudo, destacando o objeto estudado durante a simulação e o objeto oferecido como reforço no estudo. Além disso, há uma relação de objetos selecionados durante o processo de simulação, associado ao objeto estudado e ao oferecido como reforço. Nessa relação, identificam-se os itens:
 - *Title*: corresponde ao nome utilizado no atributo *title* da categoria geral do LOM;
 - *pos WN*: posição do objeto associada à norma ponderada obtida a partir dos estilos de aprendizagem do estudante e dos valores LOM para o objeto;
 - *WN value*: valor da norma ponderada;
 - *pos Vot*: posição do objeto associada a sua classificação pelo critério votação;

- *Vot tot*: indicação do valor total, segundo o critério votação. Representa o total de vezes que um objeto de aprendizagem é a melhor opção, de acordo com as normas individuais para os estilos de aprendizagem;
- *Tech*: recomendação ou não para o estudo do objeto no dispositivo utilizado;
- *pos Media*: posição do objeto relativa a sua classificação pelas preferências das mídias.

As informações do histórico de estudo de um estudante em um curso podem ser obtidas por meio da interface apresentada na Figura 6.10. Nela, pode-se observar as informações: critérios de adaptação para o curso, preferências pelos tipos de mídias do estudante, itens estudados, desempenho e tempo de estudo, objetos selecionados em cada item, critério de seleção dos objetos, dispositivo utilizado para estudo e estilos de aprendizagem do estudante durante o estudo.

6.3 Simulação dos Estudos

6.3.1 Introdução

Ao finalizar o desenvolvimento do simulador e realizar seus testes, foram elaboradas várias simulações de estudo com o objetivo de avaliar a adaptabilidade proposta pelo algoritmo e pela arquitetura AdaptMLearning. Para simular o estudo de um estudante em um curso, de forma adequada, são necessárias as ações:

- realizar o login;
- cadastrar um curso;
- cadastrar objetos de aprendizagem associados ao curso;
- cadastrar estudante;
- adicionar dispositivo do estudante;
- adicionar preferência de mídias para o estudante;

Fabiana Murer simulation study in Course "C6"

Student's data

Learning Style
Input: Very Visual (2.82038) Processing: Very Active (2.82038)

Perception: Very Intuitive (19.0774) Understanding: Very Sequential (2.82038)

Media Type - Preferences

Audio: High (4) Simulation: Low (2)

Video: Medium (3) Educational Game: Low (2)

Text: Very High (5) Animation: Medium (3)

Study Information

Adaptation Criterion - Teacher Influence

☒ Performance ☒ Pre-Knowledge ☒ Learning Styles ☒ Technology

Previous Topic: Timing Performance

Note: If it is the first student access in the course, time and performance it is not necessary.

Next Topic: Timing Performance

Note: If you don't fill in the form, previously registered performance and time will be used.

Simulation Results

Content Evaluation (Performance / Timing)

Topic of Study in the Course

New Learning Styles

Input: Processing

Perception: Understanding

Device data

Device type: notebook Screen size: 11.6

Model: LU.SG608.002 Keyboard type: laptop size

Learning Objects - Results

Selected topic in the course

Studied Topic

Previous Topic

Sort by types of searches - Studied Topic

Title	pos WN	WN value	pos Tot	tot WN	tech	pos Media

Sort by types of searches - Previous Topic

Title	pos WN	WN value	pos Tot	tot WN	tech	pos Media

Studied Items

Subject 1

Continue Simulate Cancel

Figura 6.9: Simulador: Tela de Simulação de Estudo para “Fabiana Murer” com o dispositivo “notebook LU.SG608.002” no curso “C6”.

Show Study History

Students

Ivan Oliveira
Geri Emilia de Souza
Fabiana Murer
Ricardo Oliveira
Mariana
Maria Silva Oliveira
Bruno Bucini
Maria Teste
Alberto Soares
Fernando Lucchi
Lucas Barros
Thiago Benevides
Jonas Bloch
Gabriel Vouga
Ricardo da Silva Gomide
Marcos Saberes
Alberto Silva
Fernando Oliveira
Fernando Gabeira
Fernandinho
Alberto Seixas
Eduardo Oliveira
Fábio Oliveira

Load Courses

Courses

C1
C2
C6
C9

Load History

Study History

Selected Student
Fabiana Murer

Selected Course
C6

Adaptation Criterion - Teacher Influence

☒ Performance ☒ Pre-Knowledge ☒ Learning Styles ☒ Technology

Media Type - Preferences

Audio High (4) Simulation Low (2)

Video Medium (3) Educational Game Low (2)

Text Very High (5) Animation Medium (3)

Studied Items

Name	Performance	Timing
Subject 1	6.0	1600.0

Load Objects

Course Objects

Item Name	Object Name
Subject 1	O_2_A1_2C

Load Data

Data

Selection Criterion
WEIGHTED NORM

Device data

Device type
smartphone

Screen size
4.0

Model
Xperia X10

Keyboard type
software keyboard

Learning Styles

Input	Processing
Very Verbal (20.3406)	Very Reflexive (20.3406)
Perception	Understanding
Very Sensorial (1.64825)	Very Global (20.3406)

Cancel

Figura 6.10: Simulador: Tela de Histórico de Estudo para a Estudante “Fabiana Murer” no curso “C6”.

- obter ou cadastrar os estilos de aprendizagem do estudante;
- informar os tipos de adaptação para o curso;
- matricular o estudante no curso;
- selecionar os conhecimentos pré-adquiridos do estudante no curso, se houver;
- registrar, previamente, os valores padrão do tempo de permanência e do desempenho para os itens do curso relativos à simulação do estudo para o estudante. Não é obrigatório, porém agiliza a simulação;
- informar o critério de seleção dos objetos de aprendizagem, votação ou norma ponderada.

Após a realização dessas ações, o curso deve ser acessado, indicando o estudante e o dispositivo utilizado, e a simulação pode ser iniciada.

Nas simulações de estudo, foram utilizados:

- Vários estudantes com diferentes dispositivos, preferências de mídias, conhecimentos pré-adquiridos e estilos de aprendizagem inicial.
- Diversos cursos, com diferentes configurações. Na criação desses cursos considerou-se o nome do curso, carga horária e os itens de conteúdo programático, discriminados por: nome, desempenho, tempo de estudo e palavras-chave.
- Muitos objetos de aprendizagem, cujo *Title* é representado pela sigla O_N_AM.2CO, na qual:
 - O: correspondente a palavra objeto de aprendizagem;
 - N: identifica o número do objeto em um mesmo item de conteúdo programático;
 - A: refere-se ao item de conteúdo programático ou assunto;
 - M: identifica o número do item de conteúdo programático ao qual corresponde o objeto de aprendizagem;
 - 2CO: quando há o 2C ou 2CO no final da sigla, significa que o objeto de aprendizagem possui mais de uma palavra-chave que o identifica.

Os objetos de aprendizagem e as palavras-chave associadas são ilustrados nas Tabelas 6.1 e 6.5. Além disso, os valores dos objetos, baseados nos exemplos da Seção 5.3, e correspondentes às categorias do IEEE 1484 são encontradas em diversas tabelas, conforme:

- categoria geral, Tabelas 6.2 e 6.6;
 - categoria técnica, Tabelas 6.3 e 6.7;
 - categoria educacional, Tabelas 6.4 e 6.8.
- Diferentes composições nos tipos de adaptação para um curso.
 - Vários tempos de permanência e desempenho, previamente registrados ou não, no estudo do item de um curso para o estudante a cada simulação.

A Tabela 6.9 resume as situações de estudo simuladas. Dentre elas, são detalhadas, neste capítulo, as situações:

- I - O estudante Bruno tem desempenho e tempo de estudo bons em todos os seis assuntos do curso C3 utilizando seu *smartphone*.
- VIII - O estudante Alberto estuda o curso C9, contendo três assuntos. Tem bons resultados no primeiro assunto, tempo de estudo ruim no segundo assunto, necessitando reforço, e desempenho ruim no terceiro assunto três vezes, sendo necessário reestudo. Como há somente três objetos para o terceiro assunto, no último estudo, aleatoriamente, é selecionado um objeto já estudado.
- XIV - A estudante Mariana estuda o curso C9, contendo três assuntos. Tem bons resultados no primeiro assunto, tempo de estudo ruim no segundo assunto e desempenho ruim no terceiro assunto. No entanto, como o professor desabilitou a adaptação pelo *learning styles* e pela *performance*, não recebe reforço e nem reestuda nenhum assunto.

Os resultados obtidos em todas as simulações são detalhadas nos Apêndices C e D.

Tabela 6.1: Primeira relação de objetos de aprendizagem identificados pelo *Title*, da categoria geral do IEEE 1484, e a palavra chave associada.

Relação de objetos de aprendizagem							Palavra chave
O_1_A1	O_2_A1	O_3_A1	O_4_A1	O_5_A1	O_6_A1	O_7_A1	K1
O_1_A2	O_2_A2	O_3_A2	O_4_A2	O_5_A2	O_6_A2	O_7_A2	K2
O_1_A3	O_2_A3	O_3_A3	O_4_A3	O_5_A3	O_6_A3	O_7_A3	K3
O_1_A4	O_2_A4	O_3_A4	O_4_A4	O_5_A4	O_6_A4	O_7_A4	K4
O_1_A5	O_2_A5	O_3_A5	O_4_A5	O_5_A5	O_6_A5	O_7_A5	K5
O_1_A6	O_2_A6	O_3_A6	O_4_A6	O_5_A6	O_6_A6	O_7_A6	K6
O_1_A7	O_2_A7	O_3_A7	O_4_A7	O_5_A7	O_6_A7	O_7_A7	K7

Tabela 6.2: Relação de Objetos de Aprendizagem contendo os três caracteres iniciais do *Title*, relativos aos objetos da Tabela 6.1, e o valor do atributo *description* da categoria Geral do IEEE 1484.

objeto	<i>description</i>
O_1	<i>video, audio, text</i>
O_2	<i>text</i>
O_3	<i>video, text</i>
O_4	<i>simulation, educative game, text</i>
O_5	<i>video, text</i>
O_6	<i>video, audio, educative game, simulation, animation, text</i>
O_7	<i>text</i>

Tabela 6.3: Relação de objetos de aprendizagem contendo os três caracteres iniciais do *Title*, relativos aos objetos da Tabela 6.1, e o valor dos atributos *format* e *OtherPlatformsRequirements* da categoria técnica do IEEE 1484.

objeto	format	OtherPLatformsRequirements
O_1	<i>image, audio, text</i>	<i>monitorSize=10;keyboardType=software keyboard, standard, laptop size</i>
O_2	<i>image, text</i>	<i>monitorSize=15;keyboardType=software keyboard, standard, laptop size</i>
O_3	<i>video, audio, text</i>	<i>monitorSize=15;keyboardType=software keyboard, standard, laptop size</i>
O_4	<i>application, text</i>	<i>monitorSize=3;keyboardType=software keyboard, standard, laptop size</i>
O_4_A2	<i>application, text</i>	<i>monitorSize=15;keyboardType=software keyboard, standard, laptop size</i>
O_5	<i>image, text</i>	<i>monitorSize=12;keyboardType=software keyboard, standard, laptop size</i>
O_6	<i>application, audio, video, text</i>	<i>monitorSize=12;keyboardType=software keyboard, standard, laptop size</i>
O_7	<i>text</i>	<i>monitorSize=8;keyboardType=software keyboard, standard, laptop size</i>

Tabela 6.4: Relação de objetos de aprendizagem contendo os três caracteres iniciais do *Title*, relativos aos objetos da Tabela 6.1, e o valor dos atributos *interactivity type* (IT), *learning resource type* (LRT), *interactivity level* (IL), *semantic density* (SD) e *difficulty* (D) da categoria educacional do IEEE 1484.

objeto	IT	LRT	IL	SD	D
O_1	<i>expositive</i>	<i>figure, table, narrative text, questionnaire, exam</i>	<i>low</i>	<i>medium</i>	<i>medium</i>
O_2	<i>mixed</i>	<i>slide, exam</i>	<i>medium</i>	<i>low</i>	<i>easy</i>
O_3	<i>expositive</i>	<i>figure, exam</i>	<i>low</i>	<i>very high</i>	<i>difficulty</i>
O_4	<i>active</i>	<i>simulation, exam</i>	<i>very high</i>	<i>high</i>	<i>medium</i>
O_5	<i>mixed</i>	<i>figure, graph, table, narrative text, exam</i>	<i>low</i>	<i>low</i>	<i>very easy</i>
O_6	<i>mixed</i>	<i>simulation, figure, diagram, narrative text, exam</i>	<i>medium</i>	<i>medium</i>	<i>easy</i>
O_7	<i>mixed</i>	<i>narrative text, exam</i>	<i>low</i>	<i>very high</i>	<i>very difficulty</i>

Tabela 6.5: Segunda relação de objetos de aprendizagem identificados pelo *Title*, da categoria geral do IEEE 1484, e a palavra chave associada.

Relação de objetos de aprendizagem			Palavra chave
O_1_A1_2C	O_2_A1_2C	O_3_A1_2C	K1,K8
O_1_A2_2C	O_2_A2_2C	O_3_A2_2C	K2,K7
O_1_A3_2C	O_2_A3_2C	O_3_A3_2C	K3,K6
O_1_A3_2CO	O_2_A3_2CO	O_3_A3_2CO	K3,K7

Tabela 6.6: Relação de objetos de aprendizagem contendo o rótulo inicial do *Title*, relativos aos objetos da Tabela 6.5, e o valor do atributo *Description* da categoria geral do IEEE 1484.

objeto	description
O_1_A1_2C, O_2_A3_2C, O_3_A3_2C, O_2_A3_2CO, O_3_A3_2CO	<i>audio, text</i>
O_2_A1_2C, O_1_A3_2C, O_1_A3_2CO	<i>text</i>
O_3_A1_2C, O_2_A2_2C, O_1_A2_2C	<i>video, text</i>
O_3_A2_2C	<i>simulation, educative game, text</i>
	<i>video, audio, educative game, simulation, animation, text</i>

Tabela 6.7: Relação de objetos de aprendizagem contendo o rótulo inicial do *Title*, obtido da Tabela 6.5, e o valor dos atributos *format* e *OtherPlatformsRequeriments* da categoria técnica do IEEE 1484.

objeto	<i>format</i>	<i>description</i>
O_1_A1_2C, O_2_A3_2C, O_3_A3_2C, O_2_A3_2CO, O_3_A3_2CO	<i>image, text</i>	<i>monitorSize=10; keyboardType=software keyboard, standard, laptop size</i>
O_2_A1_2C	<i>image, text</i>	<i>monitorSize=3;keyboardType= software keyboard, standard, laptop size</i>
O_3_A1_2C	<i>video, audio, text</i>	<i>monitorSize=15;keyboardType= software keyboard, standard, laptop size</i>
O_1_A2_2C	<i>application, text</i>	<i>monitorSize=3;keyboardType= software keyboard, standard, laptop size</i>
O_2_A2_2C	<i>image, text</i>	<i>monitorSize=12;keyboardType= software keyboard, standard, laptop size</i>
O_3_A2_2C	<i>application, video, audio, text</i>	<i>monitorSize=12;keyboardType=softwa- re keyboard, standard, laptop size</i>
O_1_A3_2C, O_1_A3_2CO	<i>text</i>	<i>monitorSize=8;keyboardType= software keyboard, standard, laptop size</i>

Tabela 6.8: Relação de objetos de aprendizagem contendo os três caracteres iniciais do *Title*, relativos aos objetos da Tabela 6.5, e o valor dos atributos *interactivity type* (IT), *learning resource type* (LRT), *interactivity level* (IL), *semantic density* (SD) e *difficulty* (D) da categoria educacional do IEEE 1484.

objeto	IT	LRT	IL	SD	D
O_1_A1_2C	<i>expositive</i>	<i>figure, table, narrative text, questionnaire, exam</i>	<i>low</i>	<i>medium</i>	<i>medium</i>
O_2_A1_2C	<i>mixed</i>	<i>slide, exam</i>	<i>medium</i>	<i>low</i>	<i>easy</i>
O_3_A1_2C	<i>expositive</i>	<i>figure, exam</i>	<i>low</i>	<i>very high</i>	<i>difficulty</i>
O_1_A2_2C	<i>active</i>	<i>simulation, exam</i>	<i>very high</i>	<i>high</i>	<i>medium</i>
O_2_A2_2C	<i>mixed</i>	<i>figure, graph, table, narrative text, exam</i>	<i>low</i>	<i>low</i>	<i>very easy</i>
O_3_A2_2C	<i>mixed</i>	<i>simulation, figure, diagram, narrative text, exam</i>	<i>medium</i>	<i>medium</i>	<i>easy</i>
O_1_A3_2C, O_1_A3_2CO	<i>mixed</i>	<i>narrative text, exam</i>	<i>low</i>	<i>very high</i>	<i>very difficulty</i>
O_2_A3_2C, O_3_A3_2C, O_2_A3_2CO, O_3_A3_2CO	<i>expositive</i>	<i>figure, table, narrative text, questionnaire, exam</i>	<i>low</i>	<i>medium</i>	<i>medium</i>

Tabela 6.9: Resumo das situações de estudo realizadas no simulador (NSE = Número da Simulação de Estudo).

NSE	Título	Breve Descrição do Estudo	Pág.
I	Estudante exemplar	Bruno tem desempenho e tempo de estudo bons em todos os seis assuntos do curso C3, utilizando seu <i>smartphone</i>	248
II	Estudante exemplar com assuntos conhecidos do curso	Maria conhece e não estuda os assuntos II e IV do curso C3 e tem desempenho e tempo de estudo bons nos outros quatro assuntos do curso.	252
III	Estudante com desempenho razoável em assunto do curso	Alberto tem desempenho e tempo de estudo bons em quase todos os assuntos do curso C4, exceto um assunto que tem desempenho razoável, sendo oferecido um reforço no seu estudo.	256

Continua...

Tabela 6.9 – Continuação

NSE	Título	Breve Descrição do Estudo	Pág.
IV	Estudante tem desempenho ruim em assunto do curso	Fernando conhece o primeiro assunto do curso C4; tem desempenho ruim e bom tempo de estudo no segundo assunto, sendo oferecido um reforço; e, no último assunto, tem desempenho e tempo de estudo bons.	260
V	Estudante tem tempo de estudo ruim em assunto do curso	Lucas tem tempo de estudo ruim e bom desempenho no segundo assunto do curso C4, sendo oferecido um reforço; e, nos outros dois assuntos, tem desempenho e tempo de estudo bons.	264
VI	Estudante tem desempenho razoável no único assunto do curso	Alberto tem tempo de estudo bom e razoável desempenho no único assunto do curso C7, sendo oferecido um reforço no seu estudo desse único assunto.	269
VII	Curso sem objeto no repositório	Mariana tenta estudar o curso C8, no entanto, não há objeto no repositório logo no primeiro assunto e a simulação termina.	271
VIII	Estudante estuda todos os objetos de um assunto	Alberto estuda o curso C9, tem bons resultados no primeiro assunto, tempo de estudo ruim no segundo assunto, necessitando reforço, e desempenho ruim no terceiro assunto três vezes, sendo necessário reestudo. Como há somente três objetos para o terceiro assunto, no último estudo, aleatoriamente, é selecionado um objeto já estudado.	272
IX	Adaptação pela tecnologia desabilitada	Ricardo estuda o curso C10, tem tempo de estudo e desempenho bons em todos os assuntos do curso. No entanto, o professor desabilitou a adaptação pela tecnologia.	282
X	Adaptação pelo <i>pre-knowledge</i> desabilitada	Gabriel estuda o curso C10, tem bons resultados no primeiro assunto, tempo de estudo ruim no segundo assunto, necessitando reforço, e desempenho ruim no terceiro assunto duas vezes, sendo necessário reestudo. Além disso, o professor desabilitou a adaptação pelo <i>pre-knowledge</i> .	287

Continua...

Tabela 6.9 – Continuação

NSE	Título	Breve Descrição do Estudo	Pág.
XI	Adaptação pela <i>performance</i> desabilitada	Ricardo estuda o curso C9, tem desempenho no primeiro assunto, tempo de estudo no segundo assunto e desempenho no terceiro assunto ruins. No entanto, não reestuda e não recebe reforço de nenhum assunto, pois o professor desabilitou a adaptação pela <i>performance</i> .	295
XII	Adaptação pelo <i>learning styles</i> desabilitada	Marcos estuda o curso C9, tem bons resultados no primeiro assunto, tempo de estudo ruim no segundo assunto e desempenho ruim no terceiro assunto duas vezes, sendo necessário reestudo. Além disso, o professor desabilitou a adaptação pelo <i>learning styles</i> .	301
XIII	Adaptação por <i>technology</i> e <i>performance</i> desabilitados	Jonas estuda o curso C9, tem bons resultados no primeiro assunto, tempo de estudo no segundo assunto e desempenho no terceiro assunto ruins. No entanto, como o professor desabilitou a adaptação pela <i>technology</i> e pela <i>performance</i> , não recebe reforço e nem reestuda nenhum assunto.	306
XIV	Adaptação por <i>learning styles</i> e <i>performance</i> desabilitados	Mariana estuda o curso C9, tem bons resultados no primeiro assunto, tempo de estudo no segundo assunto e desempenho no terceiro assunto ruins. No entanto, como o professor desabilitou a adaptação pelo <i>learning styles</i> e pela <i>performance</i> , não recebe reforço e nem reestuda nenhum assunto.	311
XV	Adaptação por <i>performance</i> e <i>pre-knowledge</i> desabilitados	Fernandinho estuda o curso C9, tem bons resultados no primeiro assunto, tempo de estudo no segundo assunto e desempenho no terceiro assunto ruins. No entanto, como o professor desabilitou a adaptação pela <i>performance</i> e pelo <i>pre-knowledge</i> , não recebe reforço e nem reestuda nenhum assunto.	315

Continua...

Tabela 6.9 – Continuação

NSE	Título	Breve Descrição do Estudo	Pág.
XVI	Adaptação por <i>technology</i> e <i>pre-knowledge</i> desabilitados	Maria estuda o curso C9, tem bons resultados no primeiro assunto, tempo de estudo ruim no segundo assunto, recebendo um reforço, e desempenho ruim no terceiro assunto uma única vez, sendo necessário reestudo. Além disso, o professor desabilitou a adaptação pela <i>technology</i> e pelo <i>pre-knowledge</i> .	320
XVII	Adaptação por <i>technology</i> e <i>learning styles</i> desabilitados	Bruno Buccini estuda o curso C9, conhece o primeiro assunto, tem desempenho ruim no segundo assunto uma única vez, necessitando reestudo, e tempo de estudo ruim no terceiro assunto, recebendo reforço. Além disso, o professor desabilitou a adaptação pela <i>technology</i> e pelo <i>learning styles</i> .	328
XVIII	Adaptação por <i>learning styles</i> e <i>pre-knowledge</i> desabilitados	Thiago Benevides estuda o curso C9, tem desempenho ruim no primeiro assunto, necessitando reestudo, tempo de estudo ruim no segundo assunto, sendo oferecido um reforço, e bons resultados no terceiro assunto. Além disso, o professor desabilitou a adaptação pelo <i>learning styles</i> e pelo <i>pre-knowledge</i> .	332
XIX	Somente a adaptação <i>learning styles</i> está habilitada	Geni estuda o curso C9, e o primeiro assunto, apesar de conhecê-lo, tem desempenho e tempo de estudo ruins no segundo assunto e bons resultados no terceiro assunto. No entanto, não reestuda e não recebe reforço de nenhum assunto, pois o professor desabilitou a adaptação por <i>technology</i> , <i>performance</i> e <i>pre-knowledge</i> .	337
XX	Somente a adaptação <i>pre-knowledge</i> está habilitada	Lucas Barros estuda o curso C9, iniciando pelo assunto II, pois conhece o I, tem desempenho no segundo assunto e tempo de estudo no terceiro assunto ruins. No entanto, como o professor desabilitou a adaptação por <i>technology</i> , <i>performance</i> e <i>learning styles</i> , não recebe reforço e nem reestuda nenhum assunto.	341

Continua. . .

Tabela 6.9 – Continuação

NSE	Título	Breve Descrição do Estudo	Pág.
XXI	Somente a adaptação <i>technology</i> está habilitada	Fernando estuda o curso C9, tem bons resultados no primeiro assunto, desempenho no segundo assunto e tempo de estudo no terceiro assunto ruins. No entanto, como o professor desabilitou a adaptação por <i>pre-knowledge</i> , <i>performance</i> e <i>learning styles</i> , não recebe reforço e nem reestuda nenhum assunto.	344
XXII	Somente a adaptação <i>performance</i> está habilitada	Ricardo estuda o curso C9, tem tempo de estudo ruim no primeiro assunto, sendo oferecido um reforço, desempenho ruim no segundo assunto, sendo necessário um reestudo, e bons resultados no terceiro assunto. Além disso, o professor desabilitou a adaptação por <i>learning styles</i> , <i>technology</i> e <i>pre-knowledge</i> .	348
XXIII	Nenhum tipo de adaptação foi selecionado	Eduardo estuda o curso C9 e estuda os assuntos I e III, apesar de conhecê-los, tem tempo de estudo ruim no primeiro assunto, desempenho ruim no segundo assunto e bons resultados no terceiro assunto. No entanto, como o professor desabilitou a adaptação por <i>learning styles</i> , <i>performance</i> , <i>technology</i> e <i>pre-knowledge</i> , não recebe reforço e nem reestuda nenhum assunto.	353
XXIV	Somente a adaptação pelo <i>learning styles</i> está habilitada	Fernando estuda o curso C9, estuda os assuntos I e III, apesar de conhecê-los, tem tempo de estudo ruim no primeiro assunto, desempenho ruim no segundo assunto e bons resultados no terceiro assunto. No entanto, como o professor desabilitou a adaptação por <i>performance</i> , <i>technology</i> e <i>pre-knowledge</i> não recebe reforço e nem reestuda nenhum assunto.	357

Continua...

Tabela 6.9 – Continuação

NSE	Título	Breve Descrição do Estudo	Pág.
XXV	Somente a adaptação pela <i>performance</i> está habilitada	Alberto estuda o curso C9 e os assuntos I e III, apesar de conhecê-los, tem bons resultados no primeiro assunto, desempenho ruim no segundo assunto, sendo necessário um reestudo, e bons resultados no terceiro assunto. Além disso, o professor desabilitou a adaptação por <i>learning styles</i> , <i>technology</i> e <i>pre-knowledge</i> .	362
XXVI	Adaptação por <i>technology</i> e <i>pre-knowledge</i> desabilitados	Fabiana estuda o curso C9 e os assuntos I e III, apesar de conhecê-los, tem bons resultados no primeiro assunto, desempenho ruim no segundo assunto, sendo necessário reforço, e bons resultados no terceiro assunto. Além disso, o professor desabilitou a adaptação por <i>technology</i> e <i>pre-knowledge</i> .	367
XXVII	Adaptação por <i>performance</i> e <i>technology</i> desabilitados	Ricardo estuda o curso C3, conhece os assuntos I e IV, e não os estuda, tem tempo de estudo e desempenho ruins no segundo assunto, bons resultados no terceiro assunto, tempo de estudo ruim no quinto assunto e bons resultados no sexto e último assunto. No entanto, como o professor desabilitou a adaptação por <i>performance</i> e <i>technology</i> , não recebe reforço e nem reestuda nenhum assunto.	373
XXVIII	Adaptação pela <i>performance</i> desabilitada	Fernando estuda o curso C3, conhece os assuntos I e IV, e não os estuda, tem tempo de estudo e desempenho ruins no segundo assunto, desempenho ruim no terceiro assunto, tempo de estudo ruim no quinto assunto e bons resultados no sexto e último assunto. No entanto, como o professor desabilitou a adaptação por <i>performance</i> , não recebe reforço e nem reestuda nenhum assunto.	380

Continua...

Tabela 6.9 – Continuação

NSE	Título	Breve Descrição do Estudo	Pág.
XXIX	Adaptação por <i>performance</i> , <i>learning styles</i> e <i>pre-knowledge</i> desabilitados	Bruno estuda todos os cinco assuntos do curso C2, apesar de conhecê-los, tem bons resultados no primeiro assunto, tempo de estudo e desempenho no segundo assunto, desempenho ruim no terceiro assunto, bons resultados no quarto assunto e tempo de estudo ruim no terceiro assunto, no entanto, como o professor desabilitou a adaptação por <i>performance</i> , <i>learning styles</i> e <i>pre-knowledge</i> não recebe reforço e nem reestuda nenhum assunto.	386
XXX	Estudante não tem bons resultados em dois assuntos do curso	Felipe estuda os cinco assuntos do curso C2, tem bons resultados no primeiro e no segundo assunto, tempo de estudo e desempenho ruins na primeira vez que estuda o segundo assunto, desempenho ruim na segunda vez que estuda o terceiro assunto, desempenho ruim no quarto assunto, sendo necessário reestudo e bons resultados no quinto assunto. Além disso, o professor não desabilitou nenhuma adaptação.	390
XXXI	Estudante utiliza dispositivos diferentes para estudo	Jonas estuda o curso C3, nos dois primeiros assuntos utiliza um <i>notebook</i> , nos dois assuntos do meio utiliza um <i>smartphone</i> e nos dois últimos assuntos utiliza um <i>tablet</i> . Tem tempo de estudo ruim no assunto V, recebendo reforço e desempenho ruim nos assuntos II e IV, necessitando reestudo. Além disso, o professor não desabilitou nenhuma adaptação.	399
XXXII	Estudante sabe todos os assuntos do curso	Maria inicia o estudo no curso C10, mas como conhece todos os assuntos do curso e todas as adaptações estão habilitadas a simulação finaliza.	409

Continua...

Tabela 6.9 – Continuação

NSE	Título	Breve Descrição do Estudo	Pág.
XXXIII	Utilizado a votação para seleção dos objetos	Ivan estuda o curso C10, tem bons resultados no primeiro assunto, desempenho e tempo de estudo ruins na primeira vez que estuda o segundo assunto, tempo de estudo ruim na segunda vez que estuda o segundo assunto, sendo oferecido um reforço e tempo de estudo ruim no terceiro assunto, sendo também oferecido um reforço. Além disso, o professor não desabilitou nenhum critério de adaptação.	410

6.3.2 Situação de Estudo I

6.3.2.1 Considerações

Nessa simulação, foram considerados:

- estudante: Bruno Buccini;
- dispositivo no estudo: tipo = *smartphone*, modelo = XPERIA 10, tamanho da tela = 4 polegadas e tipo de teclado = *software keyboard*;
- mídias preferidas: audio = 1, vídeo = 2, *text* = 3, simulação = 4, jogos educacionais = 5 e animação = 4;
- estilos de aprendizagem inicial: *input* = *very visual* (0), *processing* = *active* (6) , *perception* = *indifferent* (13) e *understanding* = *very global* (22);
- curso: C3, com carga horária de 30 h e seis assuntos. Cada assunto, identificado pelo seu número, é composto pelos valores de *performance*, *timing* e *keyword* iguais a:

I. 7, 1500 e K1;

II. 7, 2000 e K2;

III. 7, 1700 e K3;

IV. 7, 2000 e K4;

V. 7, 1900 e K5;

VI. 7, 2100 e K6.

- há um conjunto de sete objetos no repositório para cada assunto do curso;
- assuntos conhecidos pelo estudante: nenhum;
- tipos de adaptação selecionados para o curso: *learning styles*, *performance*, *pre-knowledge* e *technology*;
- critério de adaptação na seleção dos objetos de aprendizagem: norma ponderada;
- registro prévio de estudo no curso com desempenho e tempo de estudo bons em todos os assuntos de C3. Os valores registrados para o desempenho e tempo de estudo do estudante em cada assunto, identificado pelo número do assunto, são:

I. 8 e 1500;

II. 7 e 1900;

III. 9 e 1650;

IV. 10 e 1850;

V. 8 e 1900;

VI. 9 e 2070.

Esses valores de registro padrão foram utilizados durante a simulação do estudo.

Na próxima subseção, será detalhado o estudo do Bruno no assunto I do curso C3.

O estudo de Bruno no restante do curso C3, será discriminado em uma única subseção, menos detalhada, pois cada item de conteúdo programático de C3 possui um conjunto de sete objetos de aprendizagem, no qual cada conjunto de objetos possui configurações semelhantes à do assunto I. Além disso, como foi considerado que, nessa situação de estudo, o estudante tem desempenho e tempo de estudo bons em todos os assuntos estudados, então, os objetos selecionados para esse estudo possuem as mesmas características das obtidas no assunto I.

6.3.2.2 Estudo do Bruno no Assunto I do Curso C3

No estudo desse assunto, foram encontrados sete objetos correspondentes a *keyword* = K1. Esses objetos, como ilustrados na Tabela 6.10, foram classifi-

cados segundo a norma ponderada, votação e preferência das mídias e marcados como recomendados ou não pela tecnologia.

Tabela 6.10: Simulação da situação I - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C3”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_4_A1	1	2,828	1	4	Rec.	1
O_6_A1	2	3,841	3	1	N.Rec.	2
O_2_A1	3	4,000	2	2	N.Rec.	3
O_5_A1	4	4,817	3	1	N.Rec.	5
O_3_A1	5	5,115	3	1	N.Rec.	6
O_1_A1	6	5,235	3	1	N.Rec.	7
O_7_A1	7	5,292	3	1	N.Rec.	4

Com base nos resultados da Tabela 6.10, pode-se observar que o O_4_A1 é o objeto que possui melhor norma ponderada (**WN Value**), votação (**Vot tot**) e preferência pelos tipos de mídias (**pos Med**), além de ser recomendado para o estudo no dispositivo (**Tech**) e, devido ao melhor posicionamento para norma ponderada, foi o selecionado para o estudo desse assunto. Nessa mesma tabela, também, pode-se verificar que:

- Todos os valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**) são diferentes, indicando que nenhum objeto possui o mesmo peso para o estilo de aprendizagem de Bruno.
- O critério votação (**Vot tot**) é composto por três valores diferentes (4, 2 e 1) e cinco objetos são detentores de apenas uma dimensão do estilo de aprendizagem do estudante como primeiro colocado (**Vot tot** = 1) e, segundo esse critério, os cinco têm o mesmo peso para o estilo de aprendizagem de Bruno. Isso faz com que a classificação dos objetos contenha apenas as posições 1, 2, e 3 (**pos Vot**).
- A análise do aspecto tecnológico (**Tech**), com exceção do objeto O_4_A1, permite afirmar que os outros objetos não são recomendados para serem exibidos no *smartphone* de Bruno.
- A observação da classificação pelos tipos de mídias (**pos Med**), possibilita constatar que a posição dos três primeiros objetos coincidem com a norma ponderada (**pos WN**). Também, como O_4_A1 tem as mídias *simulation*, *educative game* e *text*, observa-se que é favorável a preferência do estudante.

Além disso, relacionando os recursos do objeto O_4_A1, selecionado para o estudo de Bruno (*simulation* e *exam*), o tipo de interatividade (*active*), o nível

de interatividade (*very high*), densidade semântica (*high*) e dificuldade (*medium*) aos estilos de aprendizagem de Bruno, pode-se dizer que:

- *input = very visual*: uma simulação possui boa interatividade e, normalmente, utiliza-se de recursos visuais;
- *understanding = very global*: uma simulação pode ser composta de caminhos diferentes levando a situações variadas, favorecendo o estilo global;
- *processing = active*: uma simulação pode ser utilizada para trabalhar com procedimentos experimentais; e
- *perception = indifferent*: uma simulação e suas características podem tanto ser constituídas de situações que favorecem ao estudante criar seu próprio método de solução, contendo dificuldades variadas, como detalhes para quem tem boa memória e não aprecia surpresas nem complicações.

No estudo do objeto O_4_A1, foi considerado que Bruno obteve o desempenho = 8 e o tempo de estudo = 1500, conforme valores padrão registrados. Isso indica que o estudante teve bom desempenho/tempo de estudo e pode prosseguir para o próximo assunto do curso. Também, após esse estudo, os estilos de aprendizagem mantiveram-se os mesmos, com os valores:

- *input = very visual* (1.5);
- *processing = active* (5.0);
- *perception = indifferent* (11.0);
- *understanding = very global* (20.4).

6.3.2.3 Estudo do Bruno nos Outros Assuntos do Curso C3

Na simulação do estudo para o restante do curso C3, o estudante Bruno teve bom desempenho/tempo de estudo em todos os assuntos, conforme registro prévio. A cada simulação, foram selecionados um conjunto de sete objetos, classificados segundo a norma ponderada, votação e preferência das mídias e marcados como recomendados ou não pela tecnologia.

Com base nos resultados dessa classificação, em cada assunto, foi possível observar que os objetos selecionados e apresentados na Tabela 6.11 (sigla OSE), contém a melhor norma ponderada, votação e preferência pelos tipos de mídias,

além de serem recomendados para o dispositivo de Bruno, exceção para o objeto do assunto II que não foi recomendado pela tecnologia, devido o tamanho do monitor mais adequado para a apresentação do objeto ser de no mínimo 15 polegadas e o dispositivo do estudante possuir uma dimensão de 4.

Após o estudo dos assuntos do curso, como o estudante teve bom desempenho/tempo de estudo em todos os objetos, os estilos de aprendizagem mantiveram-se os mesmos, conforme valores exibidos na Tabela 6.11.

Tabela 6.11: Simulação da situação I - Objeto selecionado e estudado (OSE) nos cinco últimos assuntos do Curso C3 e os valores nas quatro dimensões do estilo de aprendizagem FSLSM (input = Inp, processing = Proc, perception = Perc, understanding = Unders, VVS = *very visual*, A = *active*, I = *indifferent*, VG = *very global*), obtidos após o estudo do objeto.

Assunto	OSE	Inp	Proc	Perc	Unders
II	O_4_A2	VVS (1.6)	A (4.9)	I (11.0)	VG (20.4)
III	O_4_A3	VVS (1.6)	A (4.9)	I (11.0)	VG (20.4)
IV	O_4_A4	VVS (1.6)	A (4.8)	I (11.0)	VG (20.4)
V	O_4_A5	VVS (1.5)	A (5.0)	I (11.0)	VG (20.4)
VI	O_4_A6	VVS (1.6)	A (5.0)	I (11.0)	VG (20.4)

6.3.3 Situação de Estudo VIII

6.3.3.1 Considerações

Nessa simulação, foram considerados:

- estudante: Alberto Silva;
- dispositivo no estudo: tipo = *notebook*, modelo = LU.SG608.002, tamanho da tela = 11,6 polegadas e tipo de teclado = *laptop size*;
- mídias preferidas: audio = 1, vídeo = 2, *text* = 4, simulação = 2, jogos educacionais = 3 e animação = 1;
- estilos de aprendizagem inicial: *input* = *indifferent* (14), *processing* = *active* (5), *perception* = *very intuitive* (21) e *understanding* = *very global* (20);
- curso: C9, com carga horária de 15 h e três assuntos. Cada assunto, identificado pelo seu número, permite constatar os valores de desempenho, tempo de estudo e *keyword* iguais a:

- I. 7, 1500 e K1,K8;
 - II. 7, 1500 e K2,K7;
 - III. 7, 1500 e K3,K6.
- há um conjunto de três objetos no repositório para cada assunto do curso;
 - assuntos conhecidos pela estudante: não conhece nenhum;
 - tipos de adaptação selecionados para o curso: *learning styles*, *performance*, *pre-knowledge* e *technology*;
 - critério de adaptação na seleção dos objetos de aprendizagem: norma ponderada;
 - registro prévio de estudo no curso com tempo de estudo ruim e bom desempenho no assunto II, além de desempenho ruim e bom tempo de estudo no assunto III. Os valores para o desempenho e tempo de estudo do estudante em cada assunto, identificado pelo seu número, são:

- I. 7 e 1500;
- II. 7 e 2400;
- III. 4 e 1500.

Esses valores de registro prévio foram utilizados durante a simulação do estudo. No entanto, como o valor do desempenho é ruim no assunto III, serão utilizados outros valores quando simulado um reestudo.

6.3.3.2 Estudo de Alberto nos Assuntos do Curso C9

Ao iniciar a simulação do estudo de Alberto, os objetos selecionados são classificados pela norma ponderada, votação, tipos de mídia e tecnologia, conforme Tabela 6.12, e o melhor classificado e selecionado é o objeto O_2_A1_2C. Esse objeto é composto pelos recursos *slide* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *medium*, densidade semântica *low* e dificuldade *easy*. Relacionando os estilos de aprendizagem de Alberto com o objeto, tem-se:

- *input = indifferent*: nesse caso, os valores não interferem na escolha;
- *understanding = very global*: como o estudante aprende melhor de forma não linear, necessitando da visão de conjunto para poder compreender os detalhes, utilizando-se *slide*, com nível de interatividade *medium* e tipo

de interatividade *mixed*, é possível construir um material com essas características;

- *processing = active*: o estudante prefere trabalhar em experimentos e estudar em grupo, nesse caso, provavelmente, o objeto não condiz com a preferência do estudante;
- *perception = very intuitive*: como o objeto possui pouca dificuldade e densidade semântica baixa, pode não ser condizente com a preferência do estudante.

Tabela 6.12: Simulação da situação VIII - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C9”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_2_A1_2C	1	4,9	1	3	N.Rec.	1
O_3_A1_2C	2	5,7	2	2	N.Rec.	2
O_1_A1_2C	3	5,8	3	1	Rec.	3

Com base na discussão anterior e na Tabela 6.12, observa-se que, com exceção da dimensão *input* e *understanding*, o objeto selecionado não é tão próximo do estilo de aprendizagem de Alberto. No entanto, os outros objetos disponíveis no repositório, O_1_A1_2C e O_3_A1_2C, tem características que os tornam mais distantes do estilo do estudante. Além disso, pode-se verificar que:

- Todos os valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**), mesmo que diferentes, são próximos, indicando que apesar do objeto O_2_A1_2C ser melhor classificado, os outros não são tão distantes do estilo de aprendizagem de Alberto.
- O critério votação (**Vot tot**) é composto por todos os valores diferentes e posicionamento coincidente (**pos Vot**) em relação à classificação pela norma ponderada (**pos WN**).
- Os dois primeiros objetos da relação não são recomendados (**Tech**) para apresentar no dispositivo *notebook* com 11,6 polegadas de tamanho de tela e tipo de teclado *laptop size*.
- Coincidência existe no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos Med**), em comparação à norma ponderada (**pos WN**) para todos os objetos. O objeto O_2_A1_2C é de mídia *text*, de maior preferência do estudante.

No estudo de O_2_A1_2C, Alberto obteve desempenho e tempo de estudo bons, mantendo o estado do seu estilo de aprendizagem e fortalecendo a proximidade dos valores de cada dimensão, como pode-se observar abaixo:

- *input = indifferent* (11);
- *understanding = very global* (20);
- *processing = active* (5);
- *perception = very intuitive* (20).

Na simulação do estudo para o assunto II, foi melhor classificado o objeto O_1_A2_2C, como pode-se visualizar na Tabela 6.13. Esse objeto contém os recursos *simulation* e *exam*, tipo de interatividade *active*, nível de interatividade *very high*, densidade semântica *high* e dificuldade *medium*. Analisando os estilos com o objeto, observa-se:

- *input = indifferent*: nesse caso, os valores não interferem na escolha;
- *understanding = very global*: *simulation* com tipo de interatividade *active* e nível *very high* indica que o objeto é bastante interativo e como o estudante aprende melhor de forma não linear, necessitando da visão de conjunto para poder compreender os detalhes, é possível construir uma simulação com essas características;
- *processing = active*: com *simulation*, pode-se construir objetos experimentais. Como esse estilo favorece quem prefere trabalhar em experimentos, o objeto pode ser compatível ao seu estilo;
- *perception = very intuitive*: como o objeto possui uma dificuldade média e densidade semântica alta, pode ser favorável ao estilo de quem prefere trabalhar com situações complicadas e inovação.

Na Tabela 6.13, também, pode-se verificar que:

- Todos os valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**) são bem diferentes e a distância do objeto O_1_A2_2C, melhor classificado, em relação aos outros é razoável, indicando que esses objetos são distantes do estilo de aprendizagem de Alberto.

- O critério votação (**Vot tot**) é composto por dois valores diferentes (4 e 0) e com posicionamento coincidente (**pos Tot**) para o objeto O_1_A2_2C em relação à classificação pela norma ponderada (**pos WN**). Também, verifica-se que o objeto O_1_A2_2C, com o **Vot tot** = 4 é o melhor em relação aos quatro estilos de Alberto.
- O primeiro objeto da relação é recomendado (**Tech**) para apresentar no dispositivo *notebook* com 11,6 polegadas de tamanho de tela e tipo de teclado *laptop size*.
- Coincidência existe no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos Med**) em comparação à norma ponderada (**pos WN**) para o objeto melhor classificado. O_1_A2_2C tem as mídias *simulation*, *educative game* e *text*.

Tabela 6.13: Simulação da situação VIII - Classificação dos objetos no estudo do assunto II para o curso “C9”.

Title	pos WN	WN value	pos Tot	Vot tot	Tech	pos Med
O_1_A2_2C	1	2,6	1	4	Rec.	1
O_3_A2_2C	2	4,8	2	0	N.Rec.	3
O_2_A2_2C	3	6,7	2	0	N.Rec.	2

No estudo do assunto II, o estudante teve bom desempenho (7) e tempo de estudo ruim (2400), por esse fato, os estilos de aprendizagem sofreram sensível alteração no seu estado e nos seus valores, como apresentado a seguir:

- *input* = *indifferent* (14);
- *understanding* = *global* (18);
- *processing* = *indifferent* (9);
- *perception* = *intuitive* (18).

Além disso, devido a esses valores de desempenho e tempo de estudo, na simulação do estudo do próximo assunto e baseado na classificação mostrada na Tabela 6.14, foi oferecido o objeto O_3_A2_2C como reforço ao assunto II. Esse fato ocorre porque, como o objeto melhor classificado, O_1_A2_2C, foi utilizado no primeiro estudo desse assunto, o segundo melhor classificado e ainda não estudado foi o selecionado.

O O_3_A2_2C é composto dos recursos *simulation*, *figure*, *diagram*, *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *medium*, densidade semântica *medium* e dificuldade *easy*. Considerando as características desse objeto e os estilos do estudante, observa-se:

- *input = indifferent*: nesse caso, os valores não interferem na escolha;
- *understanding = global*: como o objeto possui tipo de interatividade *mixed* e nível *medium*, além disso, como o estudante aprende melhor de forma não linear, necessitando da visão de conjunto para poder compreender os detalhes, é possível montar um objeto com essas características e recursos que contemplem esse estilo de aprendizagem;
- *processing = indifferent*: nesse caso, os valores não interferem na escolha;
- *perception = intuitive*: como o objeto tem pouca dificuldade e densidade semântica média e o estudante prefere trabalhar com situações complicadas e inovação é possível que o objeto, mesmo com variedade de recursos, não corresponda ao estilo de Alberto, nessa dimensão.

Baseando-se na Tabela 6.14, também, verifica-se que o objeto O_3_A2_2C, segundo melhor classificado pela norma ponderada (**WN value**), tem seu valor bem próximo do objeto melhor classificado, indicando que tem, praticamente, a mesma relação com os estilos de aprendizagem de Alberto. Outro ponto a ser observado, é que pelo critério votação (**Vot tot**) o O_3_A2_2C, também, é o melhor classificado, no entanto, não é recomendado para ser exibido no dispositivo (**Tech**) e é o pior classificado pelos tipos de mídia (**pos Med**).

Tabela 6.14: Simulação da situação VIII - Classificação dos objetos no reforço de estudo do assunto II para o curso “C9”.

Title	pos WN	WN value	pos Tot	Tot tot	Tech	pos Med
O_1_A2_2C	1	2,0	1	3	Rec.	1
O_3_A2_2C	2	2,2	1	3	N.Rec.	3
O_2_A2_2C	3	3,9	2	2	N.Rec.	2

Na simulação do estudo para o assunto III, considerando a Tabela 6.15, observa-se que foi melhor classificado e selecionado o objeto O_1_A3_2C, que contém os recursos *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *very high* e dificuldade *very difficulty*. A partir das características desse objeto e dos estilos do estudante, tem-se:

- *input = indifferent*: nesse caso, os valores não interferem na escolha;

- *understanding = global*: como o objeto possui o recurso *narrative text*, tipo de interatividade *expositive* e nível *low*. E, além disso, como o estudante aprende melhor de forma não linear, necessitando da visão de conjunto para poder compreender os detalhes, é possível que esse objeto não corresponda a essa dimensão do estilo, mesmo que sua construção possa contemplar essa situação;
- *processing = indifferent*: nesse caso, os valores não interferem na escolha;
- *perception = intuitive*: como o objeto tem dificuldade *very difficulty* e densidade semântica *very high*, pode ser favorável ao estilo de quem prefere trabalhar com complicações e inovação.

Analisando os outros valores da Tabela 6.15, verifica-se que:

- Os valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**) O_2_A3_2C e O_3_A3_2C são iguais e a distância desses objetos em relação ao objeto melhor classificado é pequena, indicando razoável proximidade ao estilo de aprendizagem de Alberto.
- O critério votação (**Vot tot**) é composto por dois valores diferentes (4 e 2) e tem posicionamento coincidente (**pos** **Vot**) com o objeto melhor classificado pela norma ponderada (**pos** **WN**). Também verifica-se que os objetos O_1_A3_2C, com o **Vot tot** = 4 é o melhor em relação aos quatro estilos individuais de Alberto.
- Todos os objetos da relação são recomendados (**Tech**) para apresentar no dispositivo *notebook* com 11,6 polegadas de tamanho de tela e tipo de teclado *laptop size*.
- Coincidência existe no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos** **Med**), em comparação à norma ponderada (**pos** **WN**) para o primeiro e o segundo objeto, melhores classificados.

Tabela 6.15: Simulação da situação VIII - Classificação dos objetos no primeiro estudo do assunto III para o curso “C9”.

Title	pos WN	WN value	pos	Vot tot	Tech	pos Med
O_1_A3_2C	1	3,2	1	4	Rec.	1
O_2_A3_2C	2	4,2	2	2	Rec.	2
O_3_A3_2C	2	4,2	2	2	Rec.	3

No estudo desse assunto, Alberto obteve bom tempo de estudo, mas desempenho ruim e igual a 4, por esse fato, seus estilos de aprendizagem sofreram alteração para:

- *input = verbal* (17);
- *understanding = indifferent* (9);
- *processing = reflexive* (17);
- *perception = indifferent* (9).

Além disso, devido a esse baixo desempenho o estudante deve reestudar o assunto III.

Na continuação da simulação, o simulador classifica os objetos selecionados, conforme Tabela 6.16, e escolhe o O_2_A3_2C, ainda não estudado e segundo melhor classificado pela norma ponderada. Esse objeto tem os recursos *figure*, *table*, *narrative text*, *questionnaire*, *exam*, tipo de interatividade *expositive*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *medium* e dificuldade *medium*. Considerando as características do O_2_A3_2C e os estilos do estudante, verifica-se que:

- *input = verbal*: como o objeto apresenta *narrative text* com tipo de interatividade *expositive* e baixo nível de interatividade, e o estudante recebe melhor a palavra falada ou escrita, O_2_A3_2C contempla essa dimensão do estilo;
- *understanding = indifferent*: nesse caso, os valores não interferem na escolha;
- *processing = reflexive*: como o estudante prefere o estudo individual e procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos e o objeto é composto de *narrative text* com tipo de interatividade *expositive*, baixo nível de interatividade, densidade semântica e dificuldade média é provável que o O_2_A3_2C favoreça esse estilo;
- *perception = indifferent*: nesse caso, os valores não interferem na escolha.

Na Tabela 6.16, pode-se analisar que:

- Os valores calculados para a norma ponderada (**WN Value**) de O_2_A3_2C e O_3_A3_2C são iguais e a distância deles em relação ao objeto melhor classificado não é tão grande, indicando que possuem razoável proximidade ao estilo de aprendizagem de Alberto.
- A coluna do critério votação (**Vot tot**) contém somente o valor 3 em todos os objetos, indicando que todos têm o mesmo distanciamento em relação ao estilo de Alberto, segundo esse critério.
- Todos os objetos da relação também são recomendados (**Tech**) para serem apresentados no dispositivo *notebook* com 11,6 polegadas de tamanho de tela e tipo de teclado *laptop size*.
- Coincidência há no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos Med**), em comparação à norma ponderada (**pos WN**) para o primeiro e o segundo objeto melhores classificados. Também, O_2_A3_2C é de mídias *audio* e *text*.

Tabela 6.16: Simulação da situação VIII - Classificação dos objetos no segundo estudo do assunto III para o curso “C9”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_1_A3_2C	1	1,2	1	3	Rec.	1
O_2_A3_2C	2	2,4	1	3	Rec.	2
O_3_A3_2C	2	2,4	1	3	Rec.	3

No estudo do objeto O_2_A3_2C por Alberto, foi obtido tempo de estudo = 1400 e desempenho = 3. Devido ao baixo desempenho o estudante deve continuar a estudar o assunto III. Além disso, os estilos de aprendizagem sofreram nova modificação, como apresentado abaixo:

- *input* = *visual* (6);
- *understanding* = *global* (17);
- *processing* = *active* (6);
- *perception* = *intuitive* (17).

Na terceira simulação do estudo para o assunto III, considerando a Tabela 6.17, foi selecionado O_3_A3_2C, ainda não estudado e terceiro melhor classificado pela norma ponderada. Esse objeto contém as mesmas características do selecionado anteriormente.

Na Tabela 6.17, também, pode-se observar que:

- Os valores calculados para a norma ponderada (**WN Value**) de O_2_A3_2C e O_3_A3_2C são iguais e têm pouca distância em relação ao objeto melhor classificado, indicando que eles também possuem razoável proximidade ao estilo de aprendizagem de Alberto.
- O critério votação (**Vot tot**) é composto por dois valores diferentes (3 e 1) e o posicionamento por esse critério (**pos** **Vot**) coincide com a norma ponderada (**pos** **WN**).
- Todos os objetos da relação também são recomendados (**Tech**) para serem apresentados no dispositivo *Notebook* com 11,6 polegadas de tamanho de tela e tipo de teclado *laptop size*.
- Coincidência existe no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos** **Med**), em comparação à norma ponderada (**pos** **WN**) para o primeiro e o segundo objeto melhores classificados. O_3_A3_2C é de mídias *video*, *audio*, *educative game*, *simulation*, *animation* e *text*.

Tabela 6.17: Simulação da situação VIII - Classificação dos objetos no estudo pela terceira vez do assunto III para o curso “C9”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_1_A3_2C	1	4,9	1	3	Rec.	1
O_2_A3_2C	2	5,3	2	1	Rec.	2
O_3_A3_2C	2	5,3	2	1	Rec.	3

Na simulação do estudo de O_3_A3_2C, considerou-se o tempo de estudo = 1500 e o desempenho = 4, que fez com que o estilo de aprendizagem do Alberto fosse alterado para:

- *input* = *indifferent* (13);
- *understanding* = *indifferent* (9);
- *processing* = *indifferent* (13);
- *perception* = *indifferent* (9).

Também, como o desempenho foi ruim, o estudante deve continuar a estudar o assunto III. Nesse novo estudo, os objetos foram classificados segundo a norma ponderada, votação e tipos de mídias, como pode-se visualizar na Tabela 6.18, e, novamente, foi selecionado o O_3_A3_2C. Como todos os objetos desse assunto já

foram selecionados pelo simulador, conforme o algoritmo da Seção 5.4, seleciona-se aleatoriamente um dos já selecionados.

Além disso, conforme Tabela 6.18, observa-se que os valores **pos WN**, **WN Value**, **pos Vot**, **Vot tot** e **Tech** são iguais. Isso ocorre porque os estilos de aprendizagem de Alberto são *indifferent* em todas as dimensões. Ainda, pode-se observar que a classificação desses objetos é realizada pela preferência das mídias (**pos Med**).

Tabela 6.18: Simulação da Situação VIII - Classificação dos objetos no quarto estudo do assunto III para o curso “C9”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_1_A3.2C	1	0	1	4	Rec.	1
O_2_A3.2C	1	0	1	4	Rec.	2
O_3_A3.2C	1	0	1	4	Rec.	3

Nesse novo estudo do assunto III pelo objeto O_3_A3.2C, o estudante obteve desempenho = 8 e tempo de estudo = 1400, finalizando o estudo de Alberto no curso e ratificando o seu estilo de aprendizagem, como mostrado abaixo:

- *input* = *indifferent* (11);
- *understanding* = *indifferent* (11);
- *processing* = *indifferent* (11);
- *perception* = *indifferent* (11).

6.3.4 Situação de Estudo XIV

6.3.4.1 Considerações

Nessa simulação, foram considerados:

- estudante: Mariana;
- dispositivo no estudo: tipo = *tablet*, modelo = NB013, tamanho da tela = 7 polegadas e tipo de teclado = *software keyboard*;
- mídias preferidas: audio = 5, vídeo = 2, *text* = 5, simulação = 3, jogos educacionais = 3 e animação = 2;
- estilos de aprendizagem inicial: *input* = *very verbal* (21), *processing* = *reflective* (20), *perception* = *indifferent* (14) e *understanding* = *very sequential* (0);

- curso: C9, com carga horária de 15 h e três assuntos. Cada assunto, identificado pelo seu número, é composto dos valores de desempenho, tempo de estudo e *keyword* iguais a:

I. 7, 1500 e K1,K8;

II. 7, 1500 e K2,K7;

III. 7, 1500 e K3,K6.

- há um conjunto de três objetos no repositório para cada assunto do curso;
- assuntos conhecidos pela estudante: não conhece nenhum;
- tipos de adaptação selecionados para o curso: *pre-knowledge* e *technology*, mas *learning styles* e *performance* não são habilitadas;
- critério de adaptação na seleção dos objetos de aprendizagem: norma ponderada;
- registro prévio de estudo no curso com tempo de estudo ruim no assunto II, mas bom desempenho e desempenho ruim e bom tempo de estudo no assunto III. Os valores para o desempenho e tempo de estudo do estudante em cada assunto, identificado pelo número do assunto, são:

I. 7 e 1500;

II. 7 e 2400;

III. 3 e 1500.

Esses valores de registro prévio foram utilizados durante a simulação do estudo.

6.3.4.2 Estudo de Mariana nos Assuntos do Curso C9

No estudo do curso C9 por Mariana, foram desabilitadas as adaptações *learning styles* e *performance*, assim, o simulador considera os conhecimentos adquiridos, a tecnologia e a preferência pelos tipos de mídia no momento em que realiza a simulação do estudo.

No estudo do assunto I, o simulador classificou os objetos pela tecnologia e pelos tipos de mídias, conforme Tabela 6.19, e selecionou o objeto O_2_A1_2C, segundo melhor classificado pelas mídias e único recomendado para ser exibido no *tablet* com tamanho da tela = 7 polegadas e tipo de teclado = *software keyboard*. Vale observar que, O_2_A1_2C possui somente a mídia *text*.

Nesse estudo, o simulador não considera os estilos de aprendizagem para selecionar o objeto, mesmo assim, realizando uma análise do objeto O_2_A1_2C, que é composto pelos recursos *slide* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *medium*, densidade semântica *low* e dificuldade *easy*, com os estilos de aprendizagem de Mariana, observa-se:

- *input = visual*: provavelmente, o objeto não é compatível com o estilo de aprendizagem de Mariana, visto que apresenta somente o recurso *slide*, com nível de interatividade *medium* e tipo de interatividade *mixed*;
- *understanding = very sequential*: como o estudante prefere a forma sequencial, lógica e encadeada de apresentação do conhecimento, utilizando-se *slide*, com nível de interatividade *medium* e tipo de interatividade *mixed*, é possível construir um material com essas características;
- *processing = very reflexive*: o estudante prefere procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos. Nesse caso, não é possível avaliar a sua compatibilidade;
- *perception = intuitive*: como o objeto possui pouca dificuldade e densidade semântica baixa, pode não ser condizente com a preferência do estudante.

Tabela 6.19: Simulação da situação XIV - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C9”.

Title	Tech	pos Med
O_2_A1_2C	Rec	2
O_3_A1_2C	N.Rec	1
O_1_A1_2C	N.Rec	3

Ao simular o estudo de Mariana no objeto O_2_A1_2C, a estudante tem bons resultados de desempenho (7) e de tempo de estudo (1500) prosseguindo para o próximo assunto.

No estudo do assunto II, como apresenta a Tabela 6.20, foi selecionado o O_1_A2_2C, recomendado pela tecnologia e terceiro melhor classificado pelos tipos de mídia. Esse objeto tem como mídias: *simulation*, *educative games* e *text*, além disso, é composto pelos recursos *simulation* e *exam*, tipo de interatividade *active*, nível de interatividade *very high*, densidade semântica *high* e dificuldade *medium*. Analisando os estilos com o O_1_A2_2C, observa-se:

- *input = visual*: uma *simulation* normalmente é visual, assim, esse objeto favorece esse estilo;

- *understanding = very sequential: simulation* com tipo de interatividade *active* e nível *very high* indica que o objeto é bastante interativo e como o estudante prefere a forma sequencial, lógica e encadeada de apresentação do conhecimento, provavelmente, O_1_A2_2C não favorece esse estilo;
- *processing = very reflexive*: o estudante prefere o estudo individual e procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos, com *simulation* bem interativo não é provável que contemple esse estilo;
- *perception = intuitive*: como o objeto possui uma dificuldade média e densidade semântica alta, pode ser favorável ao estilo de quem prefere trabalhar com situações complicadas e inovação.

Tabela 6.20: Simulação da situação XIV - Classificação dos objetos no estudo do assunto II para o curso “C9”.

Title	Tech	pos Med
O_1_A2_2C	Rec	3
O_2_A2_2C	N.Rec	1
O_3_A2_2C	N.Rec	2

Na simulação do estudo de Mariana no assunto II, a estudante obteve bom desempenho (7), mas ruim tempo de estudo (2400), indicando que receberia um reforço de estudo nesse assunto, porém como a adaptação pela *performance* não está habilitada prossegue para o próximo assunto.

No estudo do assunto III, conforme Tabela 6.21, o simulador seleciona O_1_A3_2C, contendo a mídia *text* e melhor classificado na preferência pelos tipos de mídias. Esse objeto contém os recursos *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *very high* e dificuldade *very difficulty*. Com base nas características de O_1_A3_2C e nos estilos do estudante, tem-se:

- *input = visual*: devido as suas características, O_1_A3_2C não contempla esse estilo;
- *understanding = very sequential*: como o objeto é composto pelo recurso *narrative text*, tipo de interatividade *mixed* e nível *low*; ainda, como o estudante prefere a forma sequencial, lógica e encadeada de apresentação do conhecimento, esse objeto corresponde a essa dimensão do estilo;
- *processing = very reflexive*: como o estudante prefere procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos, provavelmente, O_1_A3_2C contempla essa dimensão do estilo;

- *perception = intuitive*: como o objeto tem dificuldade *very difficulty* e densidade semântica *very high*, pode ser favorável ao estilo de quem prefere trabalhar com complicações e inovação.

Tabela 6.21: Simulação da situação XIV - Classificação dos objetos no estudo do assunto III para o curso “C9”.

Title	Tech	pos Med
O_1_A3_2C	N.Rec	1
O_2_A3_2C	N.Rec	2
O_3_A2_2C	N.Rec	3

No estudo de O_1_A3_2C, Mariana tem bom tempo de estudo (1500) e desempenho ruim (3). Como não há mais nenhum assunto a ser estudado no curso, o simulador finaliza.

6.4 Discussão e Análise dos Resultados

Nessa seção, serão discutidos e analisados os resultados significativos obtidos em cada situação de estudo, de forma individualizada e geral, com o simulador, com o objetivo de identificar se as funcionalidades da arquitetura e, principalmente, se a proposta de algoritmo, descrita no Capítulo 5, são satisfatórias.

A norma ponderada foi considerada como critério de seleção dos objetos de aprendizagem nas situações de estudo de I a XXXII, sendo que o critério votação foi utilizado na situação de estudo XXXIII. Mesmo assim, os dois critérios são analisados em todas as simulações, nas quais a adaptação *learning styles* está habilitada.

Em todas as simulações, são apresentados os objetos selecionados na classificação pela norma ponderada, votação e preferência do estudante pelos tipos de mídia, além da recomendação ou não para exibição no dispositivo de estudo. Porém, quando a adaptação correspondente está desabilitada, não são apresentados alguns desses elementos.

Todas as adaptações estão habilitadas nas situações de estudo de I a VIII e de XXX a XXXIII. Nas situações de estudo de IX a XXIX, foram realizadas simulações nas quais combinações dos tipos de adaptação foram desabilitadas, com o objetivo de avaliar o comportamento do algoritmo nessas condições.

Nas simulações para as quais a adaptação *performance* está habilitada, foi observado que, quando o estudante tem resultado não satisfatório de tempo de

estudo e de desempenho em algum assunto de um curso, dependendo do grau de insatisfação, o simulador oferece um reforço ou reestudo, como proposto no Capítulo 4, relativo à proposta de modelagem *fuzzy* do problema.

Quando a adaptação *pre-knowledge* está habilitada e o estudante conhece algum assunto do curso, a simulação inicia no próximo assunto ainda não conhecido, conforme projetado no Capítulo 5.

Nas situações, nas quais a adaptação *technology* está desabilitada, não se apresenta a relação de objetos, constando a recomendação ou não para ser exibido no dispositivo do estudante.

Se a adaptação *learning styles* não está habilitada, os estilos de aprendizagem iniciais do estudante não são modificados quando ocorre resultados insatisfatórios de tempo de estudo e/ou desempenho. Mesmo assim, o objeto selecionado, recomendado pelo dispositivo e/ou de preferência nos tipos de mídia, são comparados para verificar questões de compatibilidade associadas aos estilos iniciais.

Nas situações de estudo I e II, pôde-se observar que o estudante obteve bons valores de desempenho e tempo de estudo em todos os assuntos do curso e o simulador se comportou como esperado, mantendo os estilos de aprendizagem do estudante e selecionando os objetos adequados a esses estilos. Também, foi verificado que o simulador não apresentou objetos para os assuntos que já são de conhecimento do estudante, como ilustrado na situação de estudo II e conforme esperado quando a adaptação *pre-knowledge* está habilitada.

O estudante obteve um desempenho razoável em um dos assuntos do curso na situação de estudo III, alterando, sensivelmente, os estilos de aprendizagem do estudante e oferecendo um outro objeto como reforço. Similar ao ocorrido na situação de estudo VI, na qual foi oferecido um reforço pelo desempenho razoável no único assunto do curso e foi oferecido um reforço.

Na situação de estudo IV, o estudante conhecia o primeiro assunto do curso, iniciando seus estudos pelo segundo. Nesse assunto, obteve um péssimo desempenho, necessitando reestudo e alterando os valores das dimensões dos seus estilos de aprendizagem para *indifferent*. Com isso, pôde-se observar que, no reestudo, ocorreu empate na seleção do objeto para os valores da norma ponderada e tecnologia. Assim, o simulador utilizou o critério de preferência nos tipos de mídias como desempate, selecionando o objeto com as mídias preferidas pelo estudante. Ainda, no último assunto, também houve empate nos valores dos objetos selecionados pela norma ponderada, porém um objeto era recomendado para ser exibido

no seu dispositivo, sendo o selecionado. Fato similar ocorreu na situação de estudo V, na qual o estudante obteve um péssimo tempo de estudo no segundo assunto do curso, sendo oferecido um reforço e alterando todos os seus estilos de aprendizagem para *indifferent* e fazendo com que a preferência pelos tipos de mídia fosse o critério utilizado como desempate.

Foi considerada a não existência de objetos para o assunto do curso na situação de estudo VII. Nessa situação, observou-se que o simulador apresenta mensagem sobre o ocorrido e finaliza.

Na situação de estudo VIII, o estudante obteve tempo de estudo ruim no segundo assunto do curso, necessitando reforço e alterando, sensivelmente, os seus estilos de aprendizagem. No terceiro e último assunto, o estudante obteve desempenho ruim três vezes, sendo oferecido um objeto diferente a cada reestudo e alterando seus estilos de aprendizagem. No entanto, como há somente três objetos diferentes para esse assunto, no quarto e último reestudo, o simulador seleciona, aleatoriamente, um objeto dentre os já selecionados, o estudante tem bons resultados, os estilos são reforçados e o simulador finaliza.

Na situação de estudo IX, foi desabilitada a adaptação *technology*. Assim sendo, não foi avaliado se o objeto é recomendado ou não para ser exibido no dispositivo do estudante. Nessa situação, considerou-se que o estudante obteve bons resultados de desempenho e tempo de estudo, ratificando os seus estilos de aprendizagem, similar ao ocorrido nas situações de estudo I e II. Porém, no estudo do último assunto do curso ocorreu empate entre os valores do objeto relativo à norma ponderada, sendo utilizada a preferência pelos tipos de mídias como desempate.

Na situação de estudo X, o estudante conhece o primeiro assunto do curso, porém como foi desabilitada a adaptação *pre-knowledge*, o estudante teve que estudar esse assunto, conforme previsto no algoritmo. Também, ocorre reforço no segundo assunto, devido ao tempo de estudo ruim, e necessidade de reestudo do terceiro assunto por três vezes, pelo mal desempenho obtido. Também, no reforço e no reestudo, ocorreram mudanças nos estilos de aprendizagem do estudante. O funcionamento dessa situação é similar ao obtido na situação de estudo VIII. Ademais, essa simulação ilustra um ponto interessante para o professor que pode desejar que seus alunos estudem todos os assuntos do curso, independentemente de conhecê-los.

Na situação de estudo XI, a adaptação *performance* foi desabilitada. Assim, mesmo que o estudante avance para os próximos assuntos do curso sem reforço ou

reestudo, devido a resultados insatisfatórios de tempo de estudo e/ou desempenho, recebe um objeto de aprendizagem adequado ao seu estilo de aprendizagem. Um ponto a ser observado é que, no primeiro assunto, o objeto preferido nos tipos de mídia é o último classificado pela norma ponderada. Além disso, um aspecto interessante ocorrido no estudo do segundo assunto do curso é que houve empate no posicionamento pela norma ponderada, sendo o desempate realizado pela *technology*, coincidente com a preferência pelos tipos de mídia.

Na situação de estudo XII, a adaptação *learning styles* foi desabilitada. No estudo do segundo assunto, houve coincidência no objeto melhor classificado na preferência pelos tipos de mídia e no recomendado para ser exibido na tecnologia do estudante. Outro ponto, como os estilos não estão habilitados, pôde-se observar que o objeto selecionado no segundo assunto, não é o mais adequado aos estilos de aprendizagem do estudante. Porém, como o estudante teve um tempo de estudo ruim, foi oferecido reforço. Nesse reforço, observa-se que o objeto selecionado é mais adequado aos estilos do que o primeiro estudado. No terceiro assunto do curso, como ocorreu empate pela tecnologia, o desempate foi realizado pelo critério preferência pelos tipos de mídia nas duas vezes que o estudante o estudou.

No situação de estudo XIII, foram desabilitadas as adaptações *technology* e *performance*. Um aspecto verificado foi a coincidência na classificação pela norma ponderada e nas preferências pelos tipos de mídias no segundo assunto estudado do curso. Ainda, observa-se alteração nos estilos de aprendizagem do estudante, quando o estudante tem valores ruins de tempo de estudo e desempenho, mas não ocorre reforço e nem reestudo devido à adaptação *performance* estar desabilitada. No estudo do terceiro assunto, como ocorreu empate na classificação para a norma ponderada, a preferência pelos tipos de mídia foi utilizada como desempate para a seleção do objeto mais adequado.

No situação de estudo XIV, foram desabilitadas as adaptações *learning styles* e *performance*. No estudo do primeiro e segundo assunto, observa-se que a recomendação do objeto pela tecnologia foi o critério utilizado para selecionar o objeto melhor classificado. No entanto, no terceiro assunto, como ocorreu empate pela tecnologia, a preferência pelos tipos de mídia foi utilizada como desempate. Observa-se também que, apesar dos resultados ruins de desempenho e tempo de estudo, não há oferecimento de reforço e nem reestudo, devido à adaptação pela *performance* estar desabilitada, similar à situação de estudo XII. Apesar da adaptação *learning styles* estar desabilitada, foram analisados os objetos selecionados em cada assunto em relação ao estilo inicial do estudante, constatando-se

razoável compatibilidade entre o estilo do estudante e o objeto selecionado.

Na situação de estudo XV, foram desabilitadas as adaptações *pre-knowledge* e *performance*. No estudo do segundo e terceiro assuntos, apesar do estudante ter tido valores ruins de tempo de estudo e desempenho, não foi oferecido reforço e nem reestudo, devido à adaptação pela *performance* estar desabilitada. Além disso, observou-se coincidência no posicionamento do objeto selecionado nos critérios norma ponderada, votação e preferência pelos tipos de mídia para o primeiro e último assunto do curso.

Na situação de estudo XVI, foram desabilitadas as adaptações *technology* e *pre-knowledge*. O estudante conhece o primeiro assunto do curso, porém como a adaptação *pre-knowledge* está desabilitada, há a necessidade de estudá-lo. No estudo dos assuntos do curso, observa-se a necessidade de reforço e reestudo, devido ao tempo de estudo ruim no segundo assunto e desempenho ruim no terceiro assunto. Também, verifica-se que, no terceiro assunto ocorre coincidência na classificação dos objetos para a norma ponderada e votação nos dois estudos realizados.

Na situação de estudo XVII, foram desabilitadas as adaptações *learning styles* e *technology*. Por esse fato, apesar do estudante não ter tido bons resultados de tempo de estudo e desempenho em alguns assuntos do curso, não ocorre alteração nos seus estilos de aprendizagem. Nos estudos dos assuntos do curso, o critério utilizado para selecionar o objeto mais adequado foi o de preferência pelos tipos de mídia. Mesmo assim, foram realizadas análises de compatibilidade entre os objetos selecionados para estudo e os estilos do estudante e verificou-se que, com exceção do primeiro objeto selecionado e estudado para o último assunto do curso, houve razoável compatibilidade entre os objetos e o estilo.

Na situação de estudo XVIII, foram desabilitadas as adaptações *pre-knowledge* e *learning styles*, indicando que a seleção dos objetos ocorre pela recomendação para ser apresentada no dispositivo do estudante e na preferência pelos tipos de mídia. Mesmo que a adaptação pelos estilos de aprendizagem tenha sido desabilitada, os objetos selecionados para estudo em cada assunto do curso foram avaliados em relação à sua compatibilidade com os estilos iniciais do estudante e foi observado que, com exceção do primeiro objeto selecionado para o segundo assunto do curso, houve boa compatibilidade nos objetos obtidos. No primeiro estudo do segundo assunto, observa-se que o objeto selecionado, recomendado para ser exibido no dispositivo, é o menos preferido pelo estudante, pensando nos tipos de mídia.

Na situação de estudo XIX, foram desabilitadas as adaptações *technology*, *performance* e *pre-knowledge*. Assim, mesmo que a estudante conheça o assunto I, inicia seus estudos por esse assunto. Também, mesmo que tenha resultados ruins de tempo de estudo e desempenho, não recebe reforço e nem reestudo. Observa-se coincidência na classificação pela norma ponderada, votação e preferência nos tipos de mídia dos objetos para o primeiro assunto do curso. Ademais, como há alteração nos estilos de aprendizagem, fazendo com que ao finalizar o estudo do segundo assunto do curso, todos os estilos sejam *indifferent*, há empate na classificação da norma ponderada, sendo que foi utilizada a preferência pelos tipos de mídia como critério de desempate, similar ao ocorrido nas situações de estudo IV e V.

Na situação de estudo XX, foram desabilitadas as adaptações *technology*, *performance* e *learning styles*. Assim, não há alteração dos estilos de aprendizagem, mesmo que o estudante tenha resultados ruins de tempo de estudo e desempenho e, além disso, não é oferecido reforço e nem reestudo. Dessa forma, o critério utilizado para seleção do objeto é a preferência nos tipos de mídia. Como o estudante conhece o primeiro assunto do curso, inicia seus estudos pelo segundo assunto. No entanto, mesmo que os estilos estejam desabilitados, os objetos selecionados a cada assunto foram avaliados, verificando-se razoável compatibilidade aos estilos do estudante.

Na situação de estudo XXI, foram desabilitadas as adaptações *pre-knowledge*, *performance* e *learning styles*. Então, mesmo conhecendo o primeiro assunto do curso, inicia seu estudo por ele. Os estilos de aprendizagem iniciais do estudante não sofreram mudanças e não foram oferecidos reforço e reestudo, em caso de resultados ruins de tempo de estudo e desempenho. Portanto, a seleção dos objetos mais adequados foi realizada pela tecnologia e pela preferência nos tipos de mídia. Ainda, os objetos selecionados nos assuntos estudados foram avaliados em relação aos estilos iniciais do estudante e foi verificado razoável compatibilidade com o estilo. No estudo do último assunto do curso, a classificação na preferência pelos tipos de mídia foi utilizada para selecionar o objeto, visto que houve empate na recomendação pela tecnologia.

Na situação de estudo XXII, foram desabilitadas as adaptações *pre-knowledge*, *technology* e *learning styles*, sendo que a preferência pelos tipos de mídia foi o único critério utilizado para selecionar o objeto mais adequado. Então, apesar dos resultados ruins de tempo de estudo e desempenho, não ocorre alteração nos estilos iniciais do estudante. Mesmo assim, os objetos selecionados a cada assunto estudado foram avaliados em relação ao estilo inicial do estudante e observou-se

razoável compatibilidade e o favorecimento de ao menos um dos quatro estilos do estudante.

Na situação de estudo XXIII, foram desabilitadas todas as adaptações. Assim, não há recomendação do objeto para a tecnologia; os estilos de aprendizagem não são alterados quando ocorre resultados ruins de tempo de estudo e desempenho, nem é oferecido reforço ou reestudo. Além disso, apesar do estudante conhecer o primeiro e o terceiro assunto do curso, deve estudá-los. Então, a preferência pelos tipos de mídia é o critério utilizado para selecionar o objeto mais adequado. Não obstante, foram realizadas análise de compatibilidade entre o objeto selecionado e o estilo de aprendizagem inicial do estudante, identificando razoável compatibilidade e favorecimento em pelo menos um dos quatro estilos. Também foi verificado que a preferência nos tipos de mídia fornecido pelo estudante é atendida em conformidade ao projetado.

Na situação de estudo XXIV, foram desabilitadas as adaptações *pre-knowledge*, *technology* e *performance*. Por isso, o critério utilizado para seleção do melhor objeto é a preferência pelos tipos de mídia. Uma situação interessante observada é que o estudante tem resultados ruins de desempenho e tempo de estudo, simultaneamente, no segundo assunto do curso, tendo seus estilos alterados consideravelmente.

Na situação de estudo XXV, foram desabilitadas as adaptações *pre-knowledge*, *technology* e *learning styles*. Por isso, mesmo conhecendo dois assuntos do curso, o estudante os estuda. Ademais, não há recomendação para apresentação nos dispositivos e não são avaliadas alterações nos estilos de aprendizagem do estudante, mesmo que tenha resultados ruins de tempo de estudo e desempenho. No entanto, é oferecido reestudo com os resultados ruins de tempo de estudo e desempenho do segundo assunto. Observa-se compatibilidade entre os objetos selecionados e as preferências das mídias fornecidas pelo estudante. Também, é realizada uma avaliação de compatibilidade entre os objetos selecionados na preferência pelos tipos de mídia e o estilo de aprendizagem inicial do estudante e foi identificado que não há muita compatibilidade para as dimensões cujos valores são diferentes de *indifferent* no primeiro e segundo assunto do curso.

Na situação de estudo XXVI, foram desabilitadas as adaptações *pre-knowledge* e *technology*. Assim, mesmo que o estudante tenha o conhecimento do primeiro e último assunto, os estuda. No estudo do primeiro e terceiro assunto, observa-se coincidência na classificação pela norma ponderada em relação à preferência pelos tipos de mídia para todos os objetos e, para os dois primeiros objetos,

pensando na norma ponderada e votação, indicando que a escolha por qualquer dos critérios é obtido o mesmo resultado. Nessa simulação, também observa-se relativa proximidade nos valores da norma ponderada entre os dois primeiros objetos do primeiro e segundo assunto, informando distanciamento similar ao estilo de aprendizagem do estudante.

Na situação de estudo XXVII, foram desabilitadas as adaptações *performance* e *technology*, indicando que não é avaliada a recomendação do dispositivo e não é oferecido reforço nem reestudo, quando o estudante tem resultados ruins de tempo de estudo e desempenho em algum assunto do curso. Nesse estudo, o estudante conhece o primeiro e quarto assuntos do curso e como a adaptação pelo *pre-knowledge* não está desabilitada, não é necessário estudá-los. Um aspecto observado é que, no estudo do segundo assunto, ocorreu coincidência do objeto melhor classificado pela norma ponderada, votação e preferência pelos tipos de mídia. Também foi constatado que os objetos classificados pela norma ponderada em todos os assuntos do curso, têm relativa proximidade entre seus valores, indicando quase o mesmo distanciamento do estilo do estudante.

Na situação de estudo XXVIII, foi desabilitada a adaptação *performance*. Assim, mesmo que o estudante tenha resultados ruins de tempo de estudo e desempenho não é oferecido reforço. Nessa situação, o estudante conhece o primeiro e quarto assuntos do curso e não os estuda. Uma observação interessante, ocorreu no estudo dos dois últimos assuntos do curso, como os estilos dos estudantes tem o valor *indifferent* em cada dimensão, todos os valores de norma ponderada e votação dos objetos selecionados são coincidentes. Também, como todos os objetos selecionados não são recomendados para o dispositivo, o critério preferência pelos tipos de mídia foi utilizado para selecionar o objeto mais adequado.

Na situação de estudo XXIX, foram desabilitados os critérios *pre-knowledge*, *learning styles* e *performance*. Assim, mesmo que o estudante conheça todos os assuntos do curso teve que estudá-los. Ademais, não são modificados os estilos iniciais do estudante e nem oferecido reforço ou reestudo, caso o estudante tenha resultados ruins de tempo de estudo e desempenho em algum assunto. Observa-se que há coincidência no primeiro e terceiro assuntos estudados na recomendação pela tecnologia e na melhor classificação na preferência pelos tipos de mídia. Apesar da adaptação dos estilos de aprendizagem estar desabilitada, os objetos melhor classificados em cada assunto foram avaliados, considerando o estilo de aprendizagem inicial do estudante, e foi identificado boa proximidade do estilo de aprendizagem em relação ao objeto selecionado para quase todos os assuntos, exceção ao terceiro assunto do curso, cujo objeto não contempla os estilos

do estudante. No estudo dos dois últimos assuntos do curso, nenhum objeto é recomendado para o dispositivo do estudante, sendo utilizada a preferência pelos tipos de mídia para a escolha do objeto mais adequado.

Na situação de estudo XXX, todas as adaptações estão habilitadas. Nesse estudo, constata-se que há coincidência no objeto melhor classificado pela norma ponderada e votação para os três primeiros assuntos do curso, no entanto, é o pior objeto na classificação pelos tipos de mídia. Também se observa que o estudante tem resultados ruins de desempenho no terceiro assunto por duas vezes e é forçado a reestudá-lo três vezes. Esse fato altera os estilos do estudante para a *indifferent* em cada dimensão. Nessa caso, ocorre empate entre os objetos selecionados pela norma ponderada sendo utilizada a recomendação para o dispositivo e/ou a preferência pelos tipos de mídia.

Na situação de estudo XXXI, todas as adaptações estão habilitadas. Nesse estudo dos seis assuntos do curso, foram utilizados três dispositivos com configurações diferentes: um *notebook*, um *tablet* e um *smartphone*. Cada dispositivo foi utilizado para estudar dois assuntos do curso. Foram consideradas situações de bom desempenho e tempo de estudo, assim como desempenhos e tempo de estudo ruins, indicando reforço ou reestudo. Ocorreu coincidência na classificação do objeto selecionado para a norma ponderada e votação nos dois primeiros assuntos e no terceiro e quarto assuntos do curso. Também, em alguns assuntos, como ocorreu empate nos valores da norma ponderada, foi utilizada a recomendação pelo dispositivo ou a classificação pelos tipos de mídia.

Na situação de estudo XXXII, todas as adaptações estão habilitadas e como a estudante conhece todos os assuntos do curso, ao iniciar os estudos, conforme projetado, a simulação é finalizada.

Na situação de estudo XXXIII, todas as adaptações estão habilitadas e o critério utilizado para selecionar o objeto mais adequado foi a votação. Nesse estudo, foi observado que houve coincidência na classificação do melhor objeto pela votação e norma ponderada para o primeiro assunto e no estudo do segundo assunto pela segunda vez. Ainda, foi oferecido reforço e reestudo, quando necessário, e os estilos de aprendizagem foram alterados, conforme resultados ruins de desempenho e tempo de estudo.

Com base em todos os resultados discutidos e analisados, associados à habilitação ou não das adaptações *technology*, *pre-knowledge*, *performance* e *learning styles*, representadas na arquitetura AdaptMLearning, apresentadas na modelagem *fuzzy*, descritas na proposta do algoritmo, implementadas no simulador e

testadas nas diversas configurações de situações de estudo, obtiveram-se resultados satisfatórios, dos quais pode-se resumir:

- oferecimento de reforço e reestudo em assunto de um curso, quando ocorre resultados ruins de tempo de estudo e desempenho;
- alteração dos estilos de aprendizagem do estudante, devido valores de tempo de estudo e desempenho insatisfatórios;
- marcação de recomendação ou não de apresentação do objeto no dispositivo do estudante, conforme a tecnologia;
- não necessidade de estudo de um assunto do estudante, se o conhecimento do respectivo assunto é informado;
- uso da preferência pelos tipos de mídia para a escolha do objeto mais adequado, quando ocorre empate nos critérios de adaptação e/ou critérios de sabilitados; e
- influência do professor na habilitação ou não dos critérios de adaptação.

Com base na modelagem proposta para os estilos de aprendizagem, segundo o modelo FSLSM [25], o simulador pode ser utilizado para avaliar a proximidade de um objeto de aprendizagem em relação aos estilos de aprendizagem do modelo. Assim, o simulador também pode ser uma ferramenta útil para instituições de educação a distância que desejam avaliar quais estilos de aprendizagem são favorecidos pelos materiais de seus cursos.

Parte III

Conclusões

7 Conclusões e Trabalhos Futuros

Neste capítulo, são resumidas as principais conclusões desta tese e também apresentadas algumas sugestões para pesquisas futuras.

7.1 Sumário

Como embasamento teórico desta tese, foram realizados alguns estudos, dos quais tem-se:

- A elaboração de um mapa conceitual com o objetivo de auxiliar na identificação dos conceitos relacionados ao *m-learning* adaptável.
- Os objetos de aprendizagem e sua padronização, em especial o padrão IEEE 1484.
- Os estilos de aprendizagem e seus modelos, com um aprofundamento no modelo *Felder-Silverman Learning Style Model* (FSLSM), escolhido para ser utilizado neste trabalho, pois [108] e [109] apontam que o FSLSM é o mais indicado para implementação em sistemas adaptativos, além de ser utilizado, com maior frequência, na construção de sistemas de aprendizagem adaptativos e inteligentes, segundo [44].
- O *m-learning* e uma revisão da literatura sobre o tema, no qual são apresentados os conceitos, limitações, restrições, desafios e exemplos de sistemas de *m-learning*.
- Os sistemas de aprendizagem adaptativos e inteligentes, abordando seus conceitos, tais como: sistemas adaptativos AEHS e sua definição lógica representada pela quádrupla (ES, UM, OBS, AM) [77]; o modelo de referência AHAM, utilizado no projeto de AEHS; aspectos de sequenciamento dos objetos de aprendizagem; e breve descrição de alguns sistemas. Além disso, é

apresentada uma revisão da literatura e o estado da arte envolvendo sistemas adaptativos.

- As possíveis técnicas de adaptação, com maior detalhamento para a computação *fuzzy*, utilizada como técnica para a adaptação neste trabalho, e uma breve discussão, envolvendo todas as técnicas.

Na tese foi proposta, a arquitetura AdaptMLearning, como um sistema de aprendizagem adaptável e inteligente, segundo o modelo AHAM, similar a um AEHS, considerando:

- A seleção dos objetos de aprendizagem que melhor se adaptam: aos dados sobre a tecnologia de acesso; às informações sobre o estilo de aprendizagem; à performance; aos conhecimentos adquiridos pelo estudante e ao conteúdo associado a um curso.
- As características dos tipos de mídia para o objeto de aprendizagem que podem ser informadas pelo estudante de acordo com sua preferência.
- A possibilidade do professor influenciar nas regras de adaptação para seu curso.
- A interação do estudante com o material de aprendizagem.

Na AdaptMLearning, é possível identificar três blocos: o do aluno/tecnologia de acesso (*Learner's Side*); o do servidor responsável pela adaptação dos objetos de aprendizagem (*Content Server's Side*); e o do professor (*Teacher's Side*). Esses blocos foram subdivididos em módulos com o objetivo de: permitir a identificação de funcionalidades específicas, independência no tratamento dos dados e apresentar os elementos, que manipulam os dados necessários, para realizar a adaptação do conteúdo.

Em resumo, os blocos da arquitetura AdaptMlearning contém:

- *Learner's Side*: módulos associados à tecnologia móvel, à monitoração da interação do estudante com o conteúdo e à interface.
- *Content Server Side*: módulos que manipulam as características da tecnologia, do estudante e do curso com o objetivo de prover a adaptação dos objetos de aprendizagem.

- *Teacher Side*: um módulo responsável por manipular os objetos de aprendizagem, as informações que os descrevem e as regras de adaptação fornecidas pelo professor.

Considerando os módulos da AdaptMLearning e o modelo de referência AHAM [77] [84] [85], relativa à definição lógica dos AEHS, verifica-se que:

- *Learner Activity Monitoring Module*, *Content Presentation*, *Content Module* e *Adaptation Module* representam a camada de execução no modelo AHAM, denotado pela definição lógica observações (OBS).
- *Learning Objects* e *Pedagogical Module* representam o espaço de mídia (EM).
- *Learner and Courses Database* e *Learner and Courses Module* representam o modelo de domínio (MD).
- *Learner's Performance Database*, *Performance Module*, *Learner's Knowledge Database*, *Knowledge Module*, *Learner's Styles Database*, *Learner's Styles Module*, *Learner's Preference Database*, *Technological Device Module*, *Technology Module* e *Technology Database* representam o modelo do usuário (UM).
- *Learner and Courses Module*, *Learner and Courses Database*, *Teacher Adaptation Rules Module* e *Teacher Adaptation Rules Database* representam o modelo de adaptação (AM).

Na AdaptMLearning, utiliza-se o sequenciamento passo a passo, no qual, por meio do UM, a cada momento de estudo, obtém-se o objeto a ser estudado. Também, relativo ao contexto do usuário, pode-se observar que são avaliadas as preferências nos tipos de mídia e detalhes sobre o hardware do dispositivo utilizado para acesso.

A arquitetura proposta, com algumas modificações, foi cogitada para ser utilizada em outras aplicações, tais como: Moedas Criativas [176] e Internet das Coisas [177].

Com base nos estudos realizados sobre técnicas de otimização e inteligência computacional com o objetivo de avaliar a implementação da adaptação no *Adaptation Module* da AdaptMLearning, foi selecionada a computação *fuzzy* para identificar mudanças nos estilos de aprendizagem do estudante e avanço na sequência

do curso. Essa técnica também foi utilizada em outras pesquisas relacionadas à adaptação em AEHS [15] [95] [114] [118] [119][128].

A computação *fuzzy* foi simulada com o *Fuzzy Logic ToolBox for MatLab* [150] utilizando o método de “defuzzificação” centro de área [139] e o método de inferência Mandani [151]. Além disso, foram definidas:

- *performance, timing, input, processing, understanding e perception* como variáveis *fuzzy* de entrada e suas funções de pertinência, associadas ao desempenho, tempo de estudo e estilos de aprendizagem de um estudante.
- 189 regras de inferência que, na ausência de um especialista no assunto, foram elaboradas por meio do conhecimento dos autores e de artigos nos assuntos estilos de aprendizagem, educação e psicologia cognitiva [15] [25] [42].
- *content, input, processing, understanding e perception* como variáveis *fuzzy* de saída e suas funções de pertinência, relacionadas ao tipo de conteúdo e aos estilos de aprendizagem.

Tendo em vista as simulações realizadas no MatLab [150] e analisando os resultados obtidos com os seus gráficos, foi possível identificar que a modelagem mostrou-se adequada, inferindo atualizações nos estilos de aprendizagem do estudante e a sequência de estudo no curso.

A AdaptMLearning determina, de forma estática, o estilo de aprendizagem inicial do estudante, porém propõe a atualização dinâmica no estilo, com base na interação do estudante com o material de estudo.

Na elaboração dos algoritmos do *Adaptation Module* da AdaptMLearning, foram realizadas considerações sobre os estilos de aprendizagem e alguns atributos das categorias técnica e educacional do LOM, sendo, então, construídas tabelas contendo os estilos de aprendizagem, os atributos do LOM e pesos, utilizando o critério:

- peso menor: representa maior proximidade do valor do atributo para o estilo e;
- peso maior: indica maior distância do valor do atributo para o estilo.

Essas considerações e sua associação com os pesos fornecem flexibilidade ao modelo, permitindo que os valores para os pesos sejam facilmente alterados por

meio de futuras análises, efetuadas por especialistas em psicologia cognitiva e educação.

Além dessas considerações, também foram associadas as características técnicas do dispositivo utilizado para acesso ao material com atributos da categoria técnica do LOM. Por simplificação, as características consideradas foram tamanho da tela e tipo de teclado.

Também, foi considerado que:

- os tipos de mídia são *audio*, *video*, *text*, *simulation*, *educative game*, *animation*, baseados em [153];
- o atributo *description* da categoria geral do LOM é utilizado para armazenar informações sobre as mídias; e
- a avaliação das escolhas dos tipos de mídia pelo estudante, associadas a um determinado objeto “Obj” foi realizada como um valor médio que considera a soma dos valores das mídias, classificadas pelo estudante, que estão contidas no objeto “Obj” dividida pela quantidade de mídias do objeto “Obj”.

Com base nas considerações, foi realizada a modelagem do problema relativa aos estilos de aprendizagem, propondo os critérios norma ponderada e votação (baseada em [136]) para a seleção do objeto mais adequado aos estilos do estudante. Também, foram elaborados exemplos de aplicação dessa modelagem, que indicaram aderência aos resultados esperados e foram desenvolvidos os algoritmos responsáveis por:

- montar tabela de pesos e normas de um objeto de aprendizagem;
- marcar objetos de aprendizagem para apresentar em dispositivos de acesso;
- classificar os objetos de aprendizagem pelo(s) tipo(s) de mídia e estilos de aprendizagem;
- avaliar a adaptação, responsável por realizar o controle de todos os critérios definidos para a AdaptMLearning.

Com o objetivo de avaliar o adaptação proposta, o funcionamento dos algoritmos elaborados para o *Adaptation Module*, bem como os dados envolvidos na arquitetura AdaptMLearning, foi desenvolvido um simulador de estudo.

Inicialmente, foi elaborada uma especificação completa dos requisitos do simulador, destacando as restrições, os fatos e as suposições relevantes, tendo como base os elementos apresentados nos Capítulos 3, 4,5 e parte do material produzido em [158], relativo ao método VOLERE [156] [157]. Desse modo, foi realizada uma modelagem UML [159] [162], utilizando o diagrama de casos de uso e o diagrama de classes [173], além da elaboração do modelo de dados para geração automática das tabelas do servidor de banco de dados MySQL [161], utilizando o SQLyog [175].

No desenvolvimento do simulador de estudo, foram utilizadas a linguagem de programação Java [160], [164] [165], pela sua portabilidade, e a plataforma de desenvolvimento NetBeans IDE 7.1 [163], devido ao maior domínio dessa tecnologia pelo candidato. No desenvolvimento da lógica *fuzzy*, utilizou-se o pacote JFuzzyLogic [169].

Das funcionalidades do simulador, tem-se a “*Simulate Study*” que simula o estudo de um estudante em um dado curso, utilizando um dispositivo para acesso ao material, contendo todas as configurações das preferências pelos tipos de mídia e os estilos de aprendizagem. Na simulação do estudo, são informados os valores de desempenho e tempo de estudo para o estudante, e são apresentados os objetos selecionados coincidentes com as palavras-chave do objeto de aprendizagem e classificados pelos estilos de aprendizagem, preferência nos tipos de mídia e recomendação ou não à tecnologia de acesso.

Foram realizadas 33 simulações de estudo, contendo configurações diferentes para estudante, curso e tecnologia, tais como: características do dispositivo de acesso ao material, tabela de conteúdo programático para o curso, estilos de aprendizagem inicial, preferências nos tipos de mídia, informações sobre os assuntos conhecidos, critério de seleção para objeto de aprendizagem, associado aos estilos de aprendizagem e regras de adaptação selecionadas para o professor ao seu curso.

Os resultados obtidos em todas as simulações de estudo foram analisados, individualmente, focando na seleção do objeto mais adequado aos estilos de aprendizagem, preferência nos tipos de mídia, conhecimentos pré-adquiridos, tecnologias utilizadas para acesso ao material do curso e habilitação ou não das adaptações *technology*, *pre-knowledge*, *performance* e *learning styles*, dos quais pode-se resumir:

- oferecimento de reforço e reestudo em assunto de um curso, quando ocorre resultados ruins de tempo de estudo e desempenho;

- alteração dos estilos de aprendizagem do estudante, devido a valores de tempo de estudo e desempenho insatisfatórios;
- marcação de recomendação ou não de apresentação do objeto no dispositivo do estudante, conforme a tecnologia;
- não necessidade de estudo de um assunto do estudante, se o conhecimento do respectivo assunto é informado;
- uso da preferência pelos tipos de mídia para a escolha do objeto mais adequado, quando ocorre empate nos critérios de adaptação e/ou critérios de sabilitados; e
- influência do professor na habilitação ou não dos critérios de adaptação.

De acordo com a modelagem proposta para os estilos de aprendizagem, o simulador também pode ser utilizado para avaliar a proximidade de um dado objeto de aprendizagem em relação aos estilos do modelo FSLSM [25]. Assim, o simulador pode ser uma ferramenta útil para que instituições que trabalham com cursos a distância possam avaliar quais estilos de aprendizagem são favorecidos pelos materiais produzidos para seus cursos.

Além disso, alguns sistemas adaptativos, como ADAPTAplan [86], iLearn [87], EDUCA [88], LS-PLAN [13], LearnFit [89], realizam somente a adaptação pelos estilos de aprendizagem, porém a proposta de arquitetura AdaptMlearning propõe, além da adaptação pelos estilos de aprendizagem e outros aspectos, como características do hardware do dispositivo e preferência nos tipos de mídia.

As contribuições desta tese geraram publicações em vários eventos científicos [6] [145] [146] [147] [149] [152], além de um capítulo de um livro [148]. Também, foi submetido um artigo a um evento científico [155], ainda não avaliado.

7.2 Sugestões de Trabalhos Futuros

Na proposta da AdaptMlearning, a obtenção do estilo inicial do estudante é realizada de forma estática por meio de um questionário [3] com atualizações nos estilos do estudante a partir da interação do usuário durante o estudo. No entanto, os trabalhos [31] [103] [104] [105] obtém os estilos de aprendizagem, automaticamente, pela interação dos estudantes no ambiente utilizando, em alguns casos, a análise probabilística e fazendo atualização dinâmica do estilo do estudante. Então, um bom ponto de partida para trabalhos futuros é propor uma

estratégia de obtenção automática dos estilos de aprendizagem e incorporar na arquitetura AdaptMLearning.

Segundo [122], a adaptação por contexto em dispositivos móveis, pode melhorar a usabilidade do material em estudo, e, de acordo com as literaturas [12] [20] [68] [69] [97] [98] a adaptação ao contexto do estudante deve ser considerado no desenvolvimento de plataformas adaptativas, envolvendo dispositivos móveis, por exemplo, preferências, hardware do dispositivo de estudo, local de estudo, disponibilidade de tempo para estudar, iluminação do local utilizado para estudo, etc.

Nesse sentido, considerando que a plataforma AdaptMLearning foi projetada para apresentar material de estudo em plataformas móveis e não móveis, pode-se inserir outros aspectos associados ao contexto do estudante, além do hardware do dispositivo e preferência pelo tipo de mídia, como, por exemplo, iluminação do local utilizado para estudo, se usuário está em movimento, etc., utilizando conceitos de Internet das Coisas [177].

[91] questiona o valor pedagógico de estilos de aprendizagem e destaca que alguns poucos AEHS comprovam a melhora na aprendizagem e satisfação dos estudantes e menciona que a investigação sobre essa possível melhoria deve continuar, especialmente, na construção de um AEHS, pois muitos implementam os estilos de aprendizagem como uma forma de adaptação, porém não o utiliza com alunos em uma situação real. Também, [58] e [59] sugerem que, para superar alguns dos desafios que enfrentam muitos projetos de *m-learning*, integrar ferramentas móveis de aprendizagem às plataformas de e-learning podem aumentar o alcance do *m-learning*, já que muitas instituições de ensino usam alguma plataforma de e-learning, como o Blackboard [7] e o Moodle [8]. Assim, sugere-se a implementação da AdaptMLearning como um *plugin* em uma LMS, como o Moodle, e sejam realizados testes avaliativos para validar a melhora na aprendizagem e satisfação dos estudantes com a proposta desta tese.

Por último, como o simulador pode ser utilizado como uma ferramenta útil por instituições contendo cursos a distância que desejam avaliar quais estilos de aprendizagem no modelo FSLSM [25] são favorecidos pelos materiais produzidos para os seus cursos. Uma proposta de trabalho futuro seria avaliar alguns materiais produzidos para cursos a distância de alguma instituição utilizando o simulador, identificar os estilos favorecidos e, com base nos resultados, propor, por exemplo, atualizações nos materiais para englobar o favorecimento de uma maior quantidade de estilos de aprendizagem.

Referências

- [1] IEEE. *IEEE 1484.12.1 - Draft Standard for Learning Object Metadata*. 2002. Disponível em: <http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484.12.1_v1_Final_Draft.pdf>. Acesso em: 16/11/2012.
- [2] VAZ, M. *Os Padrões Internacionais para a Construção de Material Educativo On-line*. 1st. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2009. 386-394 p.
- [3] SOLOMON, B. A.; FELDER, R. M. *Index of Learning Styles Questionnaire*. 1988. Disponível em: <<http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/ILSpage.html>>. Acesso em: 18/11/2012.
- [4] GARLING, C. *Evolution of the Keyboard*. Nov. 2012. Disponível em: <<http://www.pcworld.com/article/2013440/evolution-of-the-keyboard.html>>. Acesso em: 03/11/2012.
- [5] WIKIPEDIA. *Computer Keyboard*. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Computer_keyboard>. Acesso em: 20/01/2012.
- [6] OLIVEIRA, I. C. A. de; AMAZONAS, J. R. de A. Proposal of an adaptive m-learning architecture to the characteristics of mobile devices, to the learning styles, to the performance and knowledge of the student. In: *INTED2008. 3rd International Technology, Education and Development Conference*. Valência, Espanha: [s.n.], 2008. v. 1, p. 628. ISBN 978-84-612-0192-1.
- [7] BLACKBOARD. *Blackboard LMS*. 2012. Disponível em: <<http://www.blackboard.com/International/LAC.aspx?lang=enus>>. Acesso em: 04/05/2012.
- [8] MOODLE. *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*. 2012. Disponível em: <<http://moodle.org>>. Acesso em: 10/05/2012.
- [9] OLIVEIRA, I. C. A. de. *A Construção de um Protótipo de Ambiente de Aprendizagem Utilizando Servlets e JSP*. Tese (Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia da Computação)) — IPT-SP, São Paulo, 2003.
- [10] OLIVEIRA, I. C. A.; AMAZONAS, J. R. A. Ferramentas colaborativas voltadas para a aprendizagem através da internet. In: *International Conference on Engineering and Computer Education (ICECE 2003)*. São Vicente, Santos: [s.n.], 2003. p. 21 pp.—.
- [11] KHRIBI, M. K.; JEMMNI, M.; NASRAOUI, O. Automatic personalization in elearning based on recommendation systems: An overview. In: *Intelligent and Adaptive Learning Systems: Technology Enhanced Support for Learners and Teachers*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 19–33.

- [12] GOMEZ, S. et al. Delivering adaptive and contextaware educational scenarios via mobile devices. In: *Advanced Learning Technologies (ICALT), 2012 IEEE 12th International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 197–201.
- [13] LIMONGELLI, C. et al. Adaptive learning with the lsplan system: A field evaluation. *Learning Technologies, IEEE Transactions on*, v. 2, n. 3, p. 203–215, 2009. ISSN 1939-1382.
- [14] OLIVEIRA, E. et al. Work in progress: Towards a framework for adaptive learning systems. In: *Frontiers in Education Conference (FIE), 2012*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 1–3. ISSN 0190-5848.
- [15] PEÑA, C. I. et al. Un sistema de tutoría inteligente adaptativo considerando estilos de aprendizaje. *Revista UIS Ingenierías*, v. 7, p. 17–30, 2002.
- [16] WANG, T.-I.; WANG, K.-T.; HUANG, Y.-M. Using a style-based ant colony system for adaptive learning. *Expert Syst. Appl.*, Pergamon Press, Inc., Tarrytown, NY, USA, v. 34, n. 4, p. 2449–2464, maio 2008. ISSN 0957-4174. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2007.04.014>>.
- [17] BRA, P.; SMITS, D.; STASH, N. Creating and delivering adaptive courses with aha! In: NEJDL, W.; TOCHTERMANN, K. (Ed.). *Innovative Approaches for Learning and Knowledge Sharing*. [S.l.]: Springer Berlin Heidelberg, 2006, (Lecture Notes in Computer Science, v. 4227). p. 21–33. ISBN 978-3-540-45777-0.
- [18] STASH, N. Incorporating cognitive/learning styles in a general-purpose adaptive hypermedia system. *SIGWEB Newsl.*, ACM, New York, NY, USA, v. 2007, n. Winter, dez. 2007. ISSN 1931-1745. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1324960.1324963>>.
- [19] OLIVEIRA, L. R.; MEDINA, R. D. Desenvolvimento de objetos de aprendizagem para dispositivos móveis: uma nova abordagem que contribui para a educação. *RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 5, n. 1, Julho 2007.
- [20] TORTORELLA, R.; GRAF, S. Personalized mobile learning via an adaptive engine. In: *Advanced Learning Technologies (ICALT), 2012 IEEE 12th International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 670–671.
- [21] MERMELSTEIN, B.; TAL, E. Using cellular phones in higher education: mobile access to online course materials. In: *Wireless and Mobile Technologies in Education, 2005. WMTE 2005. IEEE International Workshop on*. [S.l.: s.n.], 2005. p. 3 pp.–.
- [22] TRIFONOVA, A.; RONCHETTI, M. Mobile learning: Is anytime + anywhere = always online? In: *Advanced Learning Technologies, 2006. Sixth International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2006. p. 702–706.
- [23] MCALISTER, M.; XIE, P. H. Using a pda for mobile learning. In: *Wireless and Mobile Technologies in Education, 2005. WMTE 2005. IEEE International Workshop on*. [S.l.: s.n.], 2005. p. 3 pp.–.
- [24] TAVARES, R.; LUNA, G. Mapas conceituais: Uma ferramenta pedagógica na consecução de currículo. *Revista PRINCIPIA*, v. 1, n. 15, Dezembro 2007.

- [25] FELDER, M. R.; SILVERMAN, L. Learning and teaching styles in engineering education. *Engineering Education*, v. 78, n. 7, p. 674–681, 1988.
- [26] FELDER, R. Reaching the second tier - learning and teaching styles in college science education. *Journal of College Science Teaching*, v. 23, p. 286–290, 1993.
- [27] GRAF, S. et al. *Intelligent and Adaptive Learning Systems: Technology Enhanced Support for Learners and Teachers*. Hershey, PA: Information Science Reference, 2012.
- [28] REVEIU, A.; SMEUREANU, I.; DARDALA, M. Content adaptation in mobile multimedia system for mlearning. In: *Mobile Business, 2008. ICMB '08. 7th International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2008. p. 305–313.
- [29] AGUDOPEREGRINA, A.; HERNANDEZ-GARCIA, A.; IGLESIAS-PRADAS, S. Predicting academic performance with learning analytics in virtual learning environments: A comparative study of three interaction classifications. In: *Computers in Education (SIIE), 2012 International Symposium on*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 1–6.
- [30] AMAZONAS, J. R. A. Alpha-elements generation modeling in web learning environments. In: *Global Congress on Engineering and Technology Education, Proceedings of GCETE'2005*. Santos, Brasil: [s.n.], 2005. v. 1, p. 101–103.
- [31] DORÇA, F. A. et al. Comparing strategies for modeling students learning styles through reinforcement learning in adaptive and intelligent educational systems: An experimental analysis. *Expert Systems with Applications*, v. 40, n. 6, p. 2092 – 2101, 2013. ISSN 0957-4174.
- [32] SCORM. *SCORM 2004 4th edition Version 1.1*. Agosto 2004. Disponível em: <<http://www.adlnet.org/scorm>>. Acesso em: 16/11/2012.
- [33] TAROUÇO, L. M. R.; DUTRA, R. L. S. Padrões e interoperabilidade. In: *Objetos de Aprendizagem: Uma Proposta de Recurso Pedagógico*. Brasília, Brasil: [s.n.], 2007. v. 1, p. 123–133.
- [34] IMS. *IMS-Global Learning Consortium*. 2012. Disponível em: <<http://imsglobal.org/learningdesign/>>. Acesso em: 04/05/2012.
- [35] TAROUÇO, L. M. R. et al. Scorm e portabilidade: motivação e possibilidades. *RENTE-Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 5, n. 1, Julho 2007.
- [36] DUTRA, R. L. S.; TAROUÇO, L. M. R.; KONRATH, M. L. P. Ims learning design, evoluindo de objetos de aprendizagem para atividades de aprendizagem. *RENTE-Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 3, n. 1, Maio 2005.
- [37] COFFIELD, F. et al. *Learning styles and pedagogy in post-16 learning. A systematic and critical review*. UK: Learning and Skills Research Centre, 2004.
- [38] MYERS, I. B.; MCCAULLEY, M. H. *Manual: A Guide to the Development and Use of the Myers-Briggs Type Indicator*. 2nd. ed. Paulo Alto: Consulting Psychologists Press, 1985.

- [39] MCCAULEY, M. H. The MBTI and individual pathways in engineering design. 1990.
- [40] KOLB, D. A. *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. New Jersey: Prentice-Hall, 1984.
- [41] HARB, J. N.; DURRANT, S. O.; TERRY, R. E. Use of the kolb learning cycle and the 4mat system in engineering education. *Journal of Engineering Education*, Blackwell Publishing Ltd, v. 82, n. 2, p. 70–77, 1993. ISSN 2168-9830.
- [42] HERMANN, N. *The Creative Brain*. North Carolina: Brain Books, 1990.
- [43] LUMSDAINE, M.; LUMSDAINE, E. Thinking preferences of engineering students: Implications for curriculum restructuring. *Journal of Engineering Education*, Blackwell Publishing Ltd, v. 84, n. 2, p. 193–204, 1995. ISSN 2168-9830.
- [44] GRAF, S.; KINSHUK. Advanced adaptivity in learning management systems by considering learning styles. In: *Proceedings of the 2009 IEEE/WIC/ACM International Joint Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology - Volume 03*. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 2009. (WI-IAT '09), p. 235–238. ISBN 978-0-7695-3801-3. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1109/WI-IAT.2009.271>>.
- [45] YARANDI, M.; JAHANKHANI, H.; TAWIL, A. An ontologybased adaptive mobile learning system based on learners' abilities. In: *Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2012 IEEE*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 1–3. ISSN 2165-9559.
- [46] MOLNAR, A.; MUNTEAN, C. Mobile learning: An economic approach. In: *Intelligent and Adaptive Learning Systems Technology Enhanced Support for Learners and Teachers*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 311–326.
- [47] RAZEK, M.; BARDESI, H. Towards adaptive mobile learning system. In: *Hybrid Intelligent Systems (HIS), 2011 11th International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2011. p. 493–498.
- [48] MOLNAR, A.; MUNTEAN, C. Mobile learning: An economic approach. In: *Intelligent and Adaptive Learning Systems: Technology Enhanced Support for Learners and Teachers*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 311–326.
- [49] JIUGEN, Y.; RUONAN, X.; JIANMIN, W. Applying research of mobile learning mode in teaching. In: *Information Technology and Applications (IFITA), 2010 International Forum on*. [S.l.: s.n.], 2010. v. 3, p. 417–420.
- [50] ORR, G. A review of literature in mobile learning: Affordances and constraints. In: *Wireless, Mobile and Ubiquitous Technologies in Education (WMUTE), 2010 6th IEEE International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2010. p. 107–111.
- [51] KOUNINEF, B. et al. Lms inttic system using mobile technology and podcasting in blended learning. In: *Education and eLearning Innovations (ICEELI), 2012 International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 1–6.

- [52] HASEGWA, A. et al. Evaluating the input of characters using software keyboards in a mobile learning environment: A comparison between software touchpanel devices and hardware keyboards. In: *Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education (WMUTE), 2012 IEEE Seventh International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 214–217.
- [53] ARIAS, E. et al. Facilitating the creation of k12 interactive learning objects using a multi device web tool. In: *Frontiers in Education Conference (FIE), 2012*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 1–6. ISSN 0190-5848.
- [54] DOOLITTLE, P. E. et al. ipods as mobile multimedia learning environments: Individual differences and instructional design. In: _____. *Innovative Mobile Learning Techniques and Technologies*. Information Science Reference, 2008. p. 83–101. Disponível em: <<http://www.igi-global.com/chapter/innovative-mobile-learning/23831>>.
- [55] HASHIM, A.; AHMAD, W. A comparison of architectures for a usability-aware customized mobile learning management system (cmlms). In: *Computer Modeling and Simulation (EMS), 2012 Sixth UKSim/AMSS European Symposium on*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 511–516.
- [56] CHEN, S.; LIN, M.; ZHANG, H. Research of mobile learning system based on cloud computing. In: *e-Education, Entertainment and e-Management (ICEEE), 2011 International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2011. p. 121–123.
- [57] BUYYA, R. et al. Cloud computing and emerging it platforms: Vision, hype, and reality for delivering computing as the 5th utility. *Future Generation Computer Systems*, v. 25, n. 6, p. 599 – 616, 2009. ISSN 0167-739X.
- [58] HASHEMI, H. S. F.; OROOJI, F.; TAGHIYAREH, F. A contextaware mobile learning model for web-based learning environments. In: *Telecommunications (IST), 2012 Sixth International Symposium on*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 924–928.
- [59] CASANY, M.; ALIER, M.; BARCELO, M. Integration of mlearning and lms: A sustainability approach. In: *Computers in Education (SIIE), 2012 International Symposium on*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 1–6.
- [60] FUND, G. D. *Mobile Education Landscape Report*. 2011. Disponível em: <<http://www.gsma.com/connectedliving/wp-content/uploads/2012/03/landscape110811interactive.pdf>>. Acesso em: 03/03/2013.
- [61] TRIFONOVA, A.; RONCHETTI, M. Where is mobile learning going? In: ROSSETT, A. (Ed.). *Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education 2003*. Phoenix, Arizona, USA: AACE, 2003. p. 1794–1801.
- [62] GUPTA, M.; GOYAL, E. Study the usage of mobile learning engine in computer application course. In: *Technology for Education (T4E), 2011 IEEE International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2011. p. 262–265.
- [63] XHAFA, F. et al. Implementing a mobile campus using mle moodle. In: *P2P, Parallel, Grid, Cloud and Internet Computing (3PGCIC), 2010 International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2010. p. 207–214.

- [64] HRAD, J.; ZEMAN, T.; NEVOSAD, M. The way towards mlearning. In: *EAAEEIE Annual Conference (EAAEEIE), 2011 Proceedings of the 22nd*. [S.l.: s.n.], 2011. p. 1–3.
- [65] HOLZINGER, A.; NISCHELWITZER, A.; MEISENBERGER, M. Mobile phones as a challenge for mlearning: examples for mobile interactive learning objects (milos). In: *Pervasive Computing and Communications Workshops, 2005. PerCom 2005 Workshops. Third IEEE International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2005. p. 307–311.
- [66] MLEMOODLE. *Mobile Learning Engine Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*. 2012. Disponível em: <<http://moodle.org>>. Acesso em: 04/05/2012.
- [67] GOMEZ, S. et al. Delivering adaptive and context-aware educational scenarios via mobile devices. In: *Advanced Learning Technologies (ICALT), 2012 IEEE 12th International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 197–201.
- [68] NGUYEN, V. A.; PHAM, V. C.; HO, S. D. A contextaware mobile learning adaptive system for supporting foreigner learning english. In: *Computing and Communication Technologies, Research, Innovation, and Vision for the Future (RIVF), 2010 IEEE RIVF International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2010. p. 1–6.
- [69] NGUYEN, V. A.; PHAM, V. C. Camles: An adaptive mobile learning system to assist student in language learning. In: *Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education (WMUTE), 2012 IEEE Seventh International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 72–76.
- [70] PARK, S.; KIM, T.; LEE, B.-G. A study on the influential factors for continual usage of mobile english learning applications. In: *Services Computing Conference (APSCC), 2011 IEEE Asia-Pacific*. [S.l.: s.n.], 2011. p. 56–61.
- [71] HADA, Y. Development of a mobile video learning system for cellular phone. In: *Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education (WMUTE), 2012 IEEE Seventh International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 205–207.
- [72] YANG, G. et al. Personalized text content summarizer for mobile learning: An automatic text summarization system with relevance based language model. In: *Technology for Education (T4E), 2012 IEEE Fourth International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 90–97.
- [73] ANNAN, N.; OFORI-DWUMFUO, G.; FALCH, M. Authoring mlearning content: A case study of using power point mobile enabled tools to create content for learning anywhere anytime. In: *Education and e-Learning Innovations (ICEELI), 2012 International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 1–5.
- [74] JIN, Y. Research of one mobile learning system. In: *Wireless Networks and Information Systems, 2009. WNIS '09. International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2009. p. 162–165.
- [75] BRUSILOVSKY, P. Adaptive hypermedia. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, Kluwer Academic Publishers, v. 11, n. 1-2, p. 87–110, 2001. ISSN 0924-1868.

- [76] BRA, P. D. Adaptive educational hypermedia on the web. *Communications of the ACM*, v. 45, n. 5, p. 60 – 61, 2002. ISSN 00010782.
- [77] HENZE, N.; NEJDL, W. A logical characterization of adaptive educational hypermedia. *New Review of Hypermedia and Multimedia*, v. 10, n. 1, p. 77–113, 2004.
- [78] AROYO, L. et al. Embedding information retrieval in adaptive hypermedia: Ir meets aha! *New Review of Hypermedia and Multimedia*, v. 10, n. 1, p. 53–76, 2004.
- [79] KARAGIANNIDIS, C.; SAMPSON, D.; CARDINALI, F. An architecture for defining reusable adaptive educational content. In: *Advanced Learning Technologies, 2001. Proceedings. IEEE International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2001. p. 21–24.
- [80] DOLOG, P. et al. The personal reader: Personalizing and enriching learning resources using semantic web technologies. In: *Third International Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems Conference (AH2004)*. [S.l.: s.n.], 2004. p. 85–94.
- [81] KRAVCIK, M.; SPECHT, M. Flexible navigation support in the winds learning environment for architecture and design. In: *Third International Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems Conference (AH2004)*. [S.l.: s.n.], 2004. p. 156–165.
- [82] DAGGER, D.; WADE, V.; CONLAN, O. Personalisation for all: Making adaptive course composition easy. *Education Technology & Society*, v. 8, n. 3, p. 9–25, 2005.
- [83] PAPANIKOLAOU, K. A. et al. Personalizing the interaction in a web-based educational hypermedia system: the case of inspire. *User Modelling and User Adapted Interaction*, v. 13, n. 3, p. 213–267, 2003.
- [84] BRA, P. de; HOUBEN, G. Aham: A dexter-based reference model for adaptive hypermedia. In: *ACM Conference on Hypertext and Hypermedia*. Darmstadt, Germany: [s.n.].
- [85] SAMPSON, D. G.; KARAMPIPERIS, P. Decision models in the design of adaptive educational hypermedia systems. In: *Intelligent and Adaptive Learning Systems: Technology Enhanced Support for Learners and Teachers*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 1–18.
- [86] BALDIRIS, S. et al. Integration of educational specifications and standards to support adaptive learning scenarios in adaptaplan. *International Journal of Computer & Applications*, v. 5, n. 1, p. 88–107, 2008.
- [87] PETER, S. E.; BACON, E.; DASTBAZ, M. Adaptable, personalised e-learning incorporating learning styles. *CampusWide Information Systems*, v. 27, n. 2, p. 91–100, 2010.
- [88] CABADA, R. Z.; ESTRADA, M. L. B.; GARCÍA, C. A. R. Educa: A web 2.0 authoring tool for developing adaptive and intelligent tutoring systems using a kohonen network. *Expert Systems with Applications*, v. 38, n. 8, p. 9522 – 9529, 2011. ISSN 0957-4174.

- [89] BACHARI, E.; ABELWAHED, H.; ADNANI, M. Elearning personalization based on dynamic learners' preference. *International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT)*, v. 3, n. 3, p. 200–216, 2011.
- [90] ÖZYURT Özcan; ÖZYURT, H.; BAKI, A. Design and development of an innovative individualized adaptive and intelligent elearning system for teaching-learning of probability unit: Details of uzwebmat. *Expert Systems with Applications*, v. 40, n. 8, p. 2914 – 2940, 2013. ISSN 0957-4174.
- [91] AKBULUT, Y.; CARDAK, C. S. Adaptive educational hypermedia accommodating learning styles: A content analysis of publications from 2000 to 2011. *Comput. Educ.*, Elsevier Science Ltd., Oxford, UK, UK, v. 58, n. 2, p. 835–842, fev. 2012. ISSN 0360-1315.
- [92] KARAMPIPERIS, P.; SAMPSON, D. Evaluating the performance of adaptive learning objects selection and sequencing in adaptive educational hypermedia systems. In: *Advanced Learning Technologies, 2009. ICALT 2009. Ninth IEEE International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2009. p. 316–318.
- [93] BRUSILOVSKY, P.; VASSILEVA, J. Course sequencing techniques for largescale webbased education. *International Journal of Continuing Engineering Education and Lifelong Learning*, v. 13, p. 75–94, 2003.
- [94] BALDONI, M. et al. Reasoningbased curriculum sequencing and validation: Integration in a serviceoriented architecture. In: *Second European Conf. Technology Enhanced Learning (EC-TEL)*. [S.l.: s.n.], 2007. p. 426–431.
- [95] SANGINETO, E. et al. Adaptive course generation through learning styles representation. *Univers. Access Inf. Soc.*, SpringerVerlag, Berlin, Heidelberg, v. 7, n. 1, p. 1–23, mar. 2008. ISSN 1615-5289.
- [96] WEBER, G.; BRUSILOVSKY, P. Elmart: An adaptive versatile system for web-based instruction. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, v. 12, p. 351–384, 2001.
- [97] AL-HMOUZ, A.; FREEMAN, A. Learning on location: An adaptive mobile learning content framework. In: *Technology and Society (ISTAS), 2010 IEEE International Symposium on*. [S.l.: s.n.], 2010. p. 450–456.
- [98] SUDHANA, K. M.; RAJ, V. C.; SURESH, R. M. An ontologybased framework for context-aware adaptive elearning system. In: *Computer Communication and Informatics (ICCCI), 2013 International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2013. p. 1–6.
- [99] SAMIA, D.; ABDELKRIM, A. An adaptive educational hypermedia system integrating learning styles: Model and experiment. In: *Education and e-Learning Innovations (ICEELI), 2012 International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 1–6.
- [100] PARK, H. Design and development of a mobile learning management system adaptive to learning style of students. In: *Wireless and Mobile Technologies in Education, 2005. WMTE 2005. IEEE International Workshop on*. [S.l.: s.n.], 2005. p. 67–69.

- [101] CHEN, S.; ZHANG, J. The adaptive learning system based on learning style and cognitive state. In: *Knowledge Acquisition and Modeling, 2008. KAM 08. International Symposium on*. [S.l.: s.n.], 2008. p. 302–306.
- [102] KOWALSKI, F.; KOWALSKI, S. The effect of student learning styles on the learning gains achieved when interactive simulations are coupled with real-time formative assessment via pen-enabled mobile technology. In: *Frontiers in Education Conference (FIE), 2012*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 1–5. ISSN 0190-5848.
- [103] POPESCU, E.; TRIGANO, P.; BADICA, C. Adaptive educational hypermedia systems: A focus on learning styles. In: *EUROCON, 2007. The International Conference on 34th; Computer as a Tool 34th*. [S.l.: s.n.], 2007. p. 2473–2478.
- [104] MARENGO, A.; PAGANO, A.; BARBONE, A. Adaptive learning: A new approach in student modeling. In: *Information Technology Interfaces (ITI), Proceedings of the ITI 2012 34th International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 217–222. ISSN 1334-2762.
- [105] GRAF, S.; KINSHUK; LIU, T.-C. Identifying learning styles in learning management systems by using indications from students' behaviour. In: *Advanced Learning Technologies, 2008. ICALT '08. Eighth IEEE International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2008. p. 482–486.
- [106] FLEMING, N.; BAUME, D. Learning styles again: Varking up the right tree! *Educational Developments*, SEDA Ltd., London, UK, UK, v. 7, n. 4, p. 4–7, nov. 2006. ISSN 1469-3267.
- [107] J., A. Tailoring assessment to study student learning. *American Association for Higher Education*, v. 5, p. 3–7, 2001.
- [108] CARVER, C. A.; HOWARD, R. A. Addressing Different Learning Styles Through Course Hypermedia. 1999.
- [109] KULJIS, J.; LIU, F. A Comparison of Learning Style Theories on the Suitability for elearning. In: *Web Technologies, Applications, and Services*. [S.l.: s.n.], 2005. p. 191–197.
- [110] MULWA, C. et al. Adaptive educational hypermedia systems in technology enhanced learning: a literature review. In: *Proceedings of the 2010 ACM conference on Information technology education*. New York, NY, USA: ACM, 2010. (SIGITE '10), p. 73–84. ISBN 978-1-4503-0343-9.
- [111] XIAOJUN, L.; HUABING, H. The design and realization of web-based adaptive learning system. In: *Networking and Digital Society (ICNDS), 2010 2nd International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2010. v. 2, p. 468–471.
- [112] ZARDAS, G. The importance of integrating learning theories and pedagogical principles in ahes (adaptive hypermedia educational systems). In: *Advanced Learning Technologies, 2008. ICALT '08. Eighth IEEE International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2008. p. 884–885.
- [113] COLAK, I.; SAGIROGLU, S.; KAHRAMAN, H. A user modeling approach to web based adaptive educational hypermedia systems. In: *Machine Learning and Applications, 2008. ICMLA '08. Seventh International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2008. p. 694–699.

- [114] HSIEH, T.-C. et al. A fuzzy logicbased personalized learning system for supporting adaptive english learning. *Educational Technology & Society*, v. 15, n. 1, p. 273–288, 2012.
- [115] GHAZAL, M.; YUSOF, M.; ZIN, N. Adaptive educational hypermedia system using cognitive style approach: Challenges and opportunities. In: *Electrical Engineering and Informatics (ICEEI), 2011 International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2011. p. 1–6. ISSN 2155-6822.
- [116] GRIFF, E. R.; MATTER, S. F. Evaluation of an adaptive online learning system. *British Journal of Educational Technology*, Blackwell Publishing Ltd, v. 44, n. 1, p. 170–176, 2013. ISSN 1467-8535.
- [117] BALLESTEROS, P.; DONOSO, Y. Attributebased access control in an adaptive hypermedia system. In: *Systems, 2009. ICONS '09. Fourth International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2009. p. 114–119.
- [118] MARTINS, V.; SATOSHI, A.; NETO, J. de O. Utilization of fuzzy theory in the modeling of users of adaptive hypermedia systems. In: *Advances in ComputerHuman Interaction, 2008 First International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2008. p. 290–296.
- [119] KAVCIC, A. Fuzzy user modeling for adaptation in educational hypermedia. *Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews, IEEE Transactions on*, v. 34, n. 4, p. 439–449, 2004. ISSN 1094-6977.
- [120] HAGHSHENAS, E. et al. Introducing a new intelligent adaptive learning content generation method. In: *ELearning and E-Teaching (ICELET), 2010 Second International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2010. p. 65–71.
- [121] POPESCU, E.; BADICA, C.; TRIGANO, P. Analyzing learners' interaction with an educational hypermedia system: A focus on learning styles. In: *Applications and the Internet, 2008. SAINT 2008. International Symposium on*. [S.l.: s.n.], 2008. p. 321–324.
- [122] MAJUMDER, M.; BASU, P. N. Usability study of personalized learning in mobile learning environment. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)*, v. 4, n. 3, p. 25–29, 2010. ISSN 1865-7923.
- [123] AMARAL, C.; MOREIRA, F. Integrating qr codes in a blended context-oriented mobile learning model: A proposal. In: *Information Systems and Technologies (CISTI), 2012 7th Iberian Conference on*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 1–4. ISSN 2166-0727.
- [124] FANG, H. et al. Research on adaptive mobile learning resources platform based on learning object model. In: *Application of Information and Communication Technologies, 2009. AICT 2009. International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2009. p. 1–6.
- [125] AKO-NAI, F. et al. The 5r adaptive learning content generation platform for mobile learning. In: *Technology for Education (T4E), 2012 IEEE Fourth International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 132–137.
- [126] GANG, Z.; ZONGKAI, Y. Learning resource adaptation and delivery framework for mobile learning. In: *Frontiers in Education, 2005. FIE '05. Proceedings 35th Annual Conference*. [S.l.: s.n.], 2005. p. F1H–F1H. ISSN 0190-5848.

- [127] HASHIM, A.; AHMAD, W. A study on generic conceptual framework for customized mobile learning management system (cmlms). In: *Control System, Computing and Engineering (ICCSCE), 2011 IEEE International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2011. p. 321–326.
- [128] ALHMOUZ, A. et al. Modeling and simulation of an adaptive neurofuzzy inference system (anfis) for mobile learning. *Learning Technologies, IEEE Transactions on*, v. 5, n. 3, p. 226–237, 2012. ISSN 1939-1382.
- [129] CHANG, V. K. ad M.; LEACOCK, T. L. Mobile computing and mixed-initiative support for writing competence. In: *Intelligent and Adaptive Learning Systems: Technology Enhanced Support for Learners and Teachers*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 327–341.
- [130] CHEN, S.-M.; SUE, P.-J. A new method to construct concept maps for adaptive learning systems. In: *Machine Learning and Cybernetics (ICMLC), 2010 International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2010. v. 5, p. 2489–2494.
- [131] LIU, C.; GU, Z.; SUN, X. A conceptual model for adaptive learning system based on semantic web technology. In: *Semantics Knowledge and Grid (SKG), 2011 Seventh International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2011. p. 219–220.
- [132] GASPARINI, I. et al. Improving user profiling for a richer personalization: Modeling context in e-learning. In: *Intelligent and Adaptive Learning Systems: Technology Enhanced Support for Learners and Teachers*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 182–197.
- [133] KUMAR, V. Tracing the metacognitive competencies of online learners. In: *Intelligent and Adaptive Learning Systems: Technology Enhanced Support for Learners and Teachers*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 198–212.
- [134] PAQUETTE, G.; MARINO, O. A multi-actor ontology-based assistance model: A contribution to the adaptive. In: *Intelligent and Adaptive Learning Systems: Technology Enhanced Support for Learners and Teachers*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 213–228.
- [135] CHARTON, P.; MAGOULAS, G. D. Context-aware framework for supporting personalisation and adaptation in creation of learning designs. In: *Intelligent and Adaptive Learning Systems: Technology Enhanced Support for Learners and Teachers*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 229–249.
- [136] HERMAN, W. P. *Formulação algébrica para a modelagem de algoritmos de roteamento multi-restritivo hop-by-hop*. Tese (Tese de Doutorado) — Escola Politécnica da USP, São Paulo, 2008.
- [137] ZADEH, L. A. Fuzzy sets. *Information and Control*, v. 8, n. 3, p. 338–353, 1965.
- [138] BITTENCOURT, J. R.; OSÓRIO, F. S. *Fuzzy-Logic Framework: Uma solução software livre para Desenvolvimento, Ensino e Pesquisa de Aplicações de Inteligência Artificial Multiplataforma*. Porto Alegre, Brasil: [s.n.], Maio 2002.
- [139] ZADEH, L. A. Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision processes. *IEEE Transactions on System, Man and Cybernetics*, v. 3, n. 1, p. 28–44, January 1973.

- [140] LEE, C. C. Fuzzy logic in control systems: Fuzzy logic controller - part ii. *IEEE Transactions on System, Man and Cybernetics*, v. 20, n. 2, p. 419–435, March 1990.
- [141] GWIAZDA, T. D. *Genetic Algorithms Reference Vol 1-Crossover for single-objective numerical optimization problems*. Lomianki: TomaszGwiazda e-books, 2006.
- [142] CORDÓN, O. et al. *Genetic Fuzzy Systems: Evolutionary Tuning and Learning of Fuzzy Knowledge Bases*. London: World Scientific Publishing, 2001.
- [143] DORIGO, M.; STUTZLE, T. *Ant Colony Optimization*. Massachusetts: MIT Press, 2004.
- [144] SOLNON, C. *Ant Colony Optimization and Constraint Programming*. Massachusetts: John Wiley & Sons, Inc., 2010.
- [145] OLIVEIRA, I. C. A. de; AMAZONAS, J. R. de A. Proposta de arquitetura de m-learning adaptável. In: *INTERTECH2008: X International Conference on Engineering and Technology Education*. Peruíbe e Santos, Brasil: [s.n.], 2008. v. 1, p. 43.
- [146] SCHWARTZ, G. et al. Motoangels social network. In: *mLife 2009 Conference and Exhibitions*. Brighton, England: [s.n.], 2009. v. 1, p. 1–9.
- [147] SCHWARTZ, G.; OLIVEIRA, I. C. A.; AMAZONAS, J. R. A. Roadmapping icons: Motoboys as economic and technical assets. In: *mLife 2010 Conference and Exhibitions*. Brighton, England: [s.n.], 2010. v. 1, p. 1–9.
- [148] OLIVEIRA, I. C. A. de; AMAZONAS, J. R. de A. In: KOUWENHOVEN, W. (Ed.). *Advances in technology Education and Development*. [S.l.]: InTech, 2009. v. 1, cap. Adaptive MLearning, p. 49–72. ISBN 978-953-307-011-7.
- [149] OLIVEIRA, I. C. A. de; AMAZONAS, J. R. de A.; ANDRADE, M. T. C. de. Evaluation of fuzzy computing as a technique to provide learning objects adaptability in an m-learning architecture. In: *EDULEARN 10. 2nd International Conference on Education and New Learning Technologies*. Barcelona, Espanha: [s.n.], 2010. v. 1, p. 6406–6415. ISBN 978-84-613-9386-2.
- [150] FUZZY. *Fuzzy Logic ToolBox for MatLab*. Disponível em: <<http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/toolbox/fuzzy/fp4856.html>>. Acesso em: 20/01/2012.
- [151] KLIR, G. J.; CLAIR, U. S.; BO, Y. *Fuzzy Set Theory: Foundations and Applications*. New Jersey, USA: Prentice-Hall, 1997.
- [152] OLIVEIRA, I. C. A. de; AMAZONAS, J. R. de A. Proposal of an adaptive m-learning architecture to the characteristics of mobile devices, to the learning styles, to the performance and knowledge of the student. In: *INTED2013. 7th International Technology, Education and Development Conference*. Valência, Espanha: [s.n.], 2013. v. 1, p. 5306–5316. ISBN 978-84-616-2661-8.
- [153] SILVEIRA, I. F.; ARAÚJO, C. F. *Projeto MEC/Condigital - Produção de Conteúdos Educacionais Digitais Multimídia para Matemática*. 2009. Disponível em: <<http://condigital.unicsulvirtual.com.br/conteudos.jsp>>. Acesso em: 10/11/2012.

- [154] WIKIPEDIA. *Apple Inc.* Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Apple_Inc.#2007.E2.80.932011:iPhone.2C_iPod_Touch_and_iPad>. Acesso em: 27/02/2013.
- [155] OLIVEIRA, I. C. A. de; AMAZONAS, J. R. de A.
- [156] ROBERTSON, J.; ROBERTSON, S. *VOLERE - Requirements Specification Template*. 2009. Disponível em: <<http://www.volere.co.uk/template.htm>>. Acesso em: 05/11/2012.
- [157] KOURI, G. M. *Definição de Requisitos para um Sistema de Monitoramento de Veículos no Transporte Rodoviário de Cargas*. Tese (Dissertação de Mestrado) — Escola Politécnica da USP, São Paulo, 2007.
- [158] OLIVEIRA, I. C. A. *Uso do "Volere Requirements Specification Template" para especificação dos requisitos do simulador da arquitetura de mlearning adaptável*. Trabalho da disciplina Tópicos de Engenharia de Confiabilidade - POLI - USP, 2010.
- [159] BOOCH, G.; RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I. *The Unified Modeling Language User Guide*. Boston: Pearson Education, 2005.
- [160] DEITEL, H.; DEITEL, P. *Java: Como Programar*. 8th. ed. Porto Alegre: Prentice-Hall Brasil, 2010.
- [161] DUBOIS, P. *MySQL*. 4th. ed. Boston: Pearson Education, 2009.
- [162] FOWLER, M. *UML Distilled: A Brief Guide to the Standard Object Modeling Language*. Boston: Pearson Education, 2004.
- [163] HEFFELFINGER, D. *Java EE 6 Development with NetBeans 7*. Birmingham: Packt Publishing, 2011.
- [164] HORSTMANN, C. S.; CORNELL, G. *Core Java: Fundamentals*. California: Prentice-Hall, 2007.
- [165] HORSTMANN, C. S.; CORNELL, G. *Core Java 2: Advanced Features*. 8th. ed. California: Prentice-Hall, 2008.
- [166] IEC. *IEC 1131 - PROGRAMMABLE CONTROLLERS - Part 7 - Fuzzy Control Programming*. 1997. Disponível em: <http://jfuzzylogic.sourceforge.net/doc/iec_1131_7_cd1.pdf>. Acesso em: 06/11/2012.
- [167] MELO, A. C. *Desenvolvendo Aplicações com UML 2.2 - Do Conceitual à implementação*. 3rd. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2010.
- [168] COCKBURN, A. *Writing Effective Use Cases*. Boston: Addison-Wesley Longman, 2000.
- [169] CINGOLANI, P. *jFuzzyLogic - Open Source Fuzzy Logic library and FCL language implementation*. Disponível em: <<http://jfuzzylogic.sourceforge.net/html/index.html>>. Acesso em: 06/11/2012.
- [170] LARMAN, C. *Utilizano UML e Padrões*. Porto Alegre: Bookman, 2007.

- [171] MULWA, C. et al. *Adaptive Educational Hypermedia Systems in Technology Enhanced Learning: A Literature Review*. Michigan, USA: [s.n.], October 2010.
- [172] MELO, A. C. *Exercitando modelagem em UML*. 1st. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2006.
- [173] ASTAH. *Astah Community*. 2012. Disponível em: <<http://astah.net/>>. Acesso em: 06/11/2012.
- [174] ORACLE. *MySQL WorkBench*. 2006. Disponível em: <<http://dev.mysql.com/doc/workbench/en/index.html>>. Acesso em: 15/12/2012.
- [175] WEBYOG. *SQLyog MySQL GUI*. 2012. Disponível em: <<http://www.webyog.com/>>. Acesso em: 15/12/2012.
- [176] SCHWARTZ, G.; AMAZONAS, J. R. A.; BARROS, T. H. C. Games na educação: Brincando com tecnologia e valores. In: *I Simpósio de Inovação Tecnológica na Educação*. Campinas, Brasil: [s.n.], 2012. v. 1, p. 1–15.
- [177] AMAZONAS, J. R. de A. In: SMITH, I. G. (Ed.). *The Internet of Things 2012 New Horizons , Chapter = The Internet of Things - Where is it going? A global overview, Year = 2012, Volume = 1, Pages = 291-301, isbn = 978-0-955370-9-3*,. [S.l.]: Halifax: Platinum.

Apêndice A – Modelagem *fuzzy* e base de regras para os estilos de aprendizagem

<i>input</i>				
<i>VVS</i>	<i>Timing\Performance</i>	<i>Good</i>	<i>Regular</i>	<i>Bad</i>
	<i>Short</i>	IO = VVS	IO = VVS	IO = I
	<i>Normal</i>	IO = VVS	IO = VS	IO = I
	<i>Long</i>	IO = VS	IO = I	IO = VE
<i>VS</i>	<i>Timing\Performance</i>	<i>Good</i>	<i>Regular</i>	<i>Bad</i>
	<i>Short</i>	IO = VVS	IO = VS	IO = I
	<i>Normal</i>	IO = VS	IO = I	IO = VE
	<i>Long</i>	IO = I	IO = VE	IO = VVE
<i>I</i>	<i>Timing\Performance</i>	<i>Good</i>	<i>Regular</i>	<i>Bad</i>
	<i>Short</i>	IO = I	IO = I	IO = VE
	<i>Normal</i>	IO = I	IO = VE	IO = VE
	<i>Long</i>	IO = VE	IO = VE	IO = VVE
<i>VE</i>	<i>Timing\Performance</i>	<i>Good</i>	<i>Regular</i>	<i>Bad</i>
	<i>Short</i>	IO = VVE	IO = VE	IO = I
	<i>Normal</i>	IO = VE	IO = I	IO = VS
	<i>Long</i>	IO = I	IO = VS	IO = VVS
<i>VVE</i>	<i>Timing\Performance</i>	<i>Good</i>	<i>Regular</i>	<i>Bad</i>
	<i>Short</i>	IO = VVE	IO = VVE	IO = I
	<i>Normal</i>	IO = VVE	IO = VE	IO = I
	<i>Long</i>	IO = VE	IO = I	IO = VS

Figura A.1: Modelagem do conhecimento para o estilo entrada (*input*) relacionando as variáveis *fuzzy* de entrada *timing*, *performance* e *input* com a variável *fuzzy* de saída *input* (IO) e os valores: *very visual* = VVS, *visual* = VS, *indifferent* = I, *verbal* = VE, *very verbal* = VVE.

<i>perception</i>				
VSEN	Timing\Performance	Good	Regular	Bad
	Short	PO = VSEN	PO = VSEN	PO = I
	Normal	PO = VSEN	PO = SEN	PO = I
	Long	PO = SEN	PO = I	PO = INT
SEN	Timing\Performance	Good	Regular	Bad
	Short	PO = VSEN	PO = SEN	PO = I
	Normal	PO = SEN	PO = I	PO = INT
	Long	PO = I	PO = INT	PO = VINT
I	Timing\Performance	Good	Regular	Bad
	Short	PO = I	PO = I	PO = INT
	Normal	PO = I	PO = INT	PO = INT
	Long	PO = INT	PO = INT	PO = VINT
INT	Timing\Performance	Good	Regular	Bad
	Short	PO = VINT	PO = INT	PO = I
	Normal	PO = INT	PO = I	PO = SEM
	Long	PO = I	PO = SEM	PO = VSEN
VINT	Timing\Performance	Good	Regular	Bad
	Short	PO = VINT	PO = VINT	PO = I
	Normal	PO = VINT	PO = INT	PO = I
	Long	PO = INT	PO = I	PO = SEN

Figura A.2: Modelagem do conhecimento para o estilo percepção (*perception*) relacionando as variáveis fuzzy de entrada *timing*, *performance* e *perception* com a variável fuzzy de saída *perception* (PO) e os valores: *very sensorial* = VSEN, *sensorial* = SEN, *indifferent* = I, *intuitive* = INT, *very intuitive* = VINT.

<i>processing</i>				
VA	<i>Timing\Performance</i>	<i>Good</i>	<i>Regular</i>	<i>Bad</i>
	<i>Short</i>	SO = VA	SO = VA	SO = I
	<i>Normal</i>	SO = VA	SO = A	SO = I
	<i>Long</i>	SO = A	SO = I	SO = R
A	<i>Timing\Performance</i>	<i>Good</i>	<i>Regular</i>	<i>Bad</i>
	<i>Short</i>	SO = VA	SO = A	SO = I
	<i>Normal</i>	SO = A	SO = I	SO = R
	<i>Long</i>	SO = I	SO = R	SO = VR
I	<i>Timing\Performance</i>	<i>Good</i>	<i>Regular</i>	<i>Bad</i>
	<i>Short</i>	SO = I	SO = I	SO = R
	<i>Normal</i>	SO = I	SO = R	SO = R
	<i>Long</i>	SO = R	SO = R	SO = VR
R	<i>Timing\Performance</i>	<i>Good</i>	<i>Regular</i>	<i>Bad</i>
	<i>Short</i>	SO = VR	SO = R	SO = I
	<i>Normal</i>	SO = R	SO = I	SO = A
	<i>Long</i>	SO = I	SO = A	SO = VA
VR	<i>Timing\Performance</i>	<i>Good</i>	<i>Regular</i>	<i>Bad</i>
	<i>Short</i>	SO = VR	SO = VR	SO = I
	<i>Normal</i>	SO = VR	SO = R	SO = I
	<i>Long</i>	SO = R	SO = I	SO = A

Figura A.3: Modelagem do conhecimento para o estilo processamento (*processing*) relacionando as variáveis fuzzy de entrada *timing*, *performance* e *processing* com a variável fuzzy de saída *processing* (SO) e os valores: *very active* = VA, *active* = A, *indifferent* = I, *reflexive* = R, *very reflexive* = VR.

understanding				
VSEQ	Timing\Performance	Good	regular	Bad
	Short	UO = VSEQ	UO = VSEQ	UO = I
	Normal	UO = VSEQ	UO = SEQ	UO = I
	Long	UO = SEQ	UO = I	UO = G
SEQ	Timing\Performance	Good	Gegular	Bad
	Short	UO = VSEQ	UO = SEQ	UO = I
	Normal	UO = SEQ	UO = I	UO = G
	Long	UO = I	UO = G	UO = VG
I	Timing\Performance	Good	Regular	Bad
	Short	UO = I	UO = I	UO = G
	Normal	UO = I	UO = G	UO = G
	Long	UO = G	UO = G	UO = VG
G	Timing\Performance	Good	Regular	Bad
	Short	UO = VG	UO = G	UO = I
	Normal	UO = G	UO = I	UO = SEQ
	Long	UO = I	UO = SEQ	UO = VSEQ
VG	Timing\Performance	Good	Regular	Bad
	Short	UO = VG	UO = VG	UO = I
	Normal	UO = VG	UO = G	UO = I
	Long	UO = G	UO = I	UO = SEQ

Figura A.4: Modelagem do conhecimento para o estilo entendimento (*understanding*) relacionando as variáveis fuzzy de entrada *timing*, *performance* e *understanding* com a variável fuzzy de saída *understanding* (UO) e os valores: *very sequential* = VSEQ, *sequential* = SEQ, *indifferent* = I, *global* = G, *very global* = VG.

1. if (performance is good) and (timing is short) then content is new
2. if (performance is good) and (timing is normal) then content is new
3. if (performance is good) and (timing is long) then content is new-current
4. if (performance is regular) and (timing is short) then content is new-current
5. if (performance is regular) and (timing is normal) then content is new-current
6. if (performance is regular) and (timing is long) then content is current
7. if (performance is bad) and (timing is short) then content is current
8. if (performance is bad) and (timing is normal) then content is current
9. if (performance is bad) and (timing is long) then content is new-current

Figura A.5: Base de regras para as variáveis de entrada fuzzy *performance*, *timing* e a variável de saída *content*.

10. if (performance is good) and (timing is short) and (input = very_visual) then input is very_visual
11. if (performance is good) and (timing is normal) and (input = very_visual) then input is very_visual
12. if (performance is good) and (timing is long) and (input = very_visual) then input is visual
13. if (performance is regular) and (timing is short) and (input = very_visual) then input is very_visual
14. if (performance is regular) and (timing is normal) and (input = very_visual) then input is visual
15. if (performance is regular) and (timing is long) and (input = very_visual) then input is indifferent
16. if (performance is bad) and (timing is short) and (input = very_visual) then input is indifferent
17. if (performance is bad) and (timing is normal) and (input = very_visual) then input is indifferent
18. if (performance is bad) and (timing is long) and (input = very_visual) then input is verbal
19. if (performance is good) and (timing is short) and (input = visual) then input is very_visual
20. if (performance is good) and (timing is normal) and (input = visual) then input is visual
21. if (performance is good) and (timing is long) and (input = visual) then input is indifferent
22. if (performance is regular) and (timing is short) and (input = visual) then input is visual
23. if (performance is regular) and (timing is normal) and (input = visual) then input is indifferent
24. if (performance is regular) and (timing is long) and (input = visual) then input is verbal
25. if (performance is bad) and (timing is short) and (input = visual) then input is indifferent
26. if (performance is bad) and (timing is normal) and (input = visual) then input is verbal
27. if (performance is bad) and (timing is long) and (input = visual) then input is very_verbal
32. if (performance is good) and (timing is short) and (input = indifferent) then input is indifferent
33. if (performance is good) and (timing is normal) and (input = indifferent) then input is indifferent
34. if (performance is good) and (timing is long) and (input = indifferent) then input is verbal
35. if (performance is regular) and (timing is short) and (input = indifferent) then input is indifferent

Figura A.6: Base de regras para a variável *fuzzy* de saída *input* - Parte 1.

36. if (performance is regular) and (timing is normal) and (input = indifferent) then input is verbal
37. if (performance is regular) and (timing is long) and (input = indifferent) then input is verbal
38. if (performance is bad) and (timing is short) and (input = indifferent) then input is verbal
39. if (performance is bad) and (timing is normal) and (input = indifferent) then input is verbal
40. if (performance is bad) and (timing is long) and (input = indifferent) then input is very_verbal
37. if (performance is good) and (timing is short) and (input = verbal) then input is very_verbal
38. if (performance is good) and (timing is normal) and (input = verbal) then input is verbal
39. if (performance is good) and (timing is long) and (input = verbal) then input is indifferent
40. if (performance is regular) and (timing is short) and (input = verbal) then input is verbal
41. if (performance is regular) and (timing is normal) and (input = verbal) then input is indifferent
42. if (performance is regular) and (timing is long) and (input = verbal) then input is visual
43. if (performance is bad) and (timing is short) and (input = verbal) then input is indifferent
44. if (performance is bad) and (timing is normal) and (input = verbal) then input is visual
45. if (performance is bad) and (timing is long) and (input = verbal) then input is very_visual
46. if (performance is good) and (timing is short) and (input = very_verbal) then input is very_verbal
47. if (performance is good) and (timing is normal) and (input = very_verbal) then input is very_verbal
48. if (performance is good) and (timing is long) and (input = very_verbal) then input is verbal
49. if (performance is regular) and (timing is short) and (input = very_verbal) then input is very_verbal
50. if (performance is regular) and (timing is normal) and (input = very_verbal) then input is verbal
51. if (performance is regular) and (timing is long) and (input = very_verbal) then input is indifferent
52. if (performance is bad) and (timing is short) and (input = very_verbal) then input is indifferent
53. if (performance is bad) and (timing is normal) and (input = very_verbal) then input is indifferent
54. if (performance is bad) and (timing is long) and (input = very_verbal) then input is visual

Figura A.7: Base de regras para a variável *fuzzy* de saída *input* - Parte 2.

55.	if (performance is good) and (timing is short) and (perception = very_sensorial) then perception is very_sensorial
56.	if (performance is good) and (timing is normal) and (perception = very_sensorial) then perception is very_sensorial
57.	if (performance is good) and (timing is long) and (perception = very_sensorial) then perception is sensorial
58.	if (performance is regular) and (timing is short) and (perception = very_sensorial) then perception is very_sensorial
59.	if (performance is regular) and (timing is normal) and (perception = very_sensorial) then perception is sensorial
60.	if (performance is regular) and (timing is long) and (perception = very_sensorial) then perception is indifferent
61.	if (performance is bad) and (timing is short) and (perception = very_sensorial) then perception is indifferent
62.	if (performance is bad) and (timing is normal) and (perception = very_sensorial) then perception is indifferent
63.	if (performance is bad) and (timing is long) and (perception = very_sensorial) then perception is intuitive
64.	if (performance is good) and (timing is short) and (perception = sensorial) then perception is very_sensorial
65.	if (performance is good) and (timing is normal) and (perception = sensorial) then perception is sensorial
66.	if (performance is good) and (timing is long) and (perception = sensorial) then perception is indifferent
67.	if (performance is regular) and (timing is short) and (perception = sensorial) then perception is sensorial
68.	if (performance is regular) and (timing is normal) and (perception = sensorial) then perception is indifferent
69.	if (performance is regular) and (timing is long) and (perception = sensorial) then perception is intuitive
70.	if (performance is bad) and (timing is short) and (perception = sensorial) then perception is indifferent
71.	if (performance is bad) and (timing is normal) and (perception = sensorial) then perception is intuitive
72.	if (performance is bad) and (timing is long) and (perception = sensorial) then perception is very_intuitive
73.	if (performance is good) and (timing is short) and (perception = indifferent) then perception is indifferent
74.	if (performance is good) and (timing is normal) and (perception = indifferent) then perception is indifferent
75.	if (performance is good) and (timing is long) and (perception = indifferent) then perception is intuitive
76.	if (performance is regular) and (timing is short) and (perception = indifferent) then perception is indifferent

Figura A.8: Base de regras para a variável *fuzzy perception* - Parte 1.

77.	if (performance is regular) and (timing is normal) and (perception = indifferent) then perception is intuitive
78.	if (performance is regular) and (timing is long) and (perception = indifferent) then perception is intuitive
79.	if (performance is bad) and (timing is short) and (perception = indifferent) then perception is intuitive
80.	if (performance is bad) and (timing is normal) and (perception = indifferent) then perception is intuitive
81.	if (performance is bad) and (timing is long) and (perception = indifferent) then perception is very_intuitive
82.	if (performance is good) and (timing is short) and (perception = intuitive) then perception is very_intuitive
83.	if (performance is good) and (timing is normal) and (perception = intuitive) then perception is intuitive
84.	if (performance is good) and (timing is long) and (perception = intuitive) then perception is indifferent
85.	if (performance is regular) and (timing is short) and (perception = intuitive) then perception is intuitive
86.	if (performance is regular) and (timing is normal) and (perception = intuitive) then perception is indifferent
87.	if (performance is regular) and (timing is long) and (perception = intuitive) then perception is sensorial
88.	if (performance is bad) and (timing is short) and (perception = intuitive) then perception is indifferent
89.	if (performance is bad) and (timing is normal) and (perception = intuitive) then perception is sensorial
90.	if (performance is bad) and (timing is long) and (perception = intuitive) then perception is very_sensorial
91.	if (performance is good) and (timing is short) and (perception = very_intuitive) then perception is very_intuitive
92.	if (performance is good) and (timing is normal) and (perception = very_intuitive) then perception is very_intuitive
93.	if (performance is good) and (timing is long) and (perception = very_intuitive) then perception is intuitive
94.	if (performance is regular) and (timing is short) and (perception = very_intuitive) then perception is very_intuitive
95.	if (performance is regular) and (timing is normal) and (perception = very_intuitive) then perception is intuitive
96.	if (performance is regular) and (timing is long) and (perception = very_intuitive) then perception is indifferent
97.	if (performance is bad) and (timing is short) and (perception = very_intuitive) then perception is indifferent
98.	if (performance is bad) and (timing is normal) and (perception = very_intuitive) then perception is indifferent
99.	if (performance is bad) and (timing is long) and (perception = very_intuitive) then perception is sensorial

Figura A.9: Base de regras para a variável *fuzzy perception* - Parte 2.

100.	if (performance is good) and (timing is short) and (processing = very_active)	then processing is very_active
101.	if (performance is good) and (timing is normal) and (processing = very_active)	then processing is very_active
102.	if (performance is good) and (timing is long) and (processing = very_active)	then processing is active
103.	if (performance is regular) and (timing is short) and (processing = very_active)	then processing is very_active
104.	if (performance is regular) and (timing is normal) and (processing = very_active)	then processing is active
105.	if (performance is regular) and (timing is long) and (processing = very_active)	then processing is indifferent
106.	if (performance is bad) and (timing is short) and (processing = very_active)	then processing is indifferent
107.	if (performance is bad) and (timing is normal) and (processing = very_active)	then processing is indifferent
108.	if (performance is bad) and (timing is long) and (processing = very_active)	then processing is reflexive
109.	if (performance is good) and (timing is short) and (processing = active)	then processing is very_active
110.	if (performance is good) and (timing is normal) and (processing = active)	then processing is active
111.	if (performance is good) and (timing is long) and (processing = active)	then processing is indifferent
112.	if (performance is regular) and (timing is short) and (processing = active)	then processing is active
113.	if (performance is regular) and (timing is normal) and (processing = active)	then processing is indifferent
114.	if (performance is regular) and (timing is long) and (processing = active)	then processing is reflexive
115.	if (performance is bad) and (timing is short) and (processing = active)	then processing is indifferent
116.	if (performance is bad) and (timing is normal) and (processing = active)	then processing is reflexive

Figura A.10: Base de regras para a variável *fuzzy processing* - Parte 1.

117.	if (performance is bad) and (timing is long) and (processing = active) then processing is very_reflexive
118.	if (performance is good) and (timing is short) and (processing = indifferent) then processing is indifferent
119.	if (performance is good) and (timing is normal) and (processing = indifferent) then processing is indifferent
120.	if (performance is good) and (timing is long) and (processing = indifferent) then processing is reflexive
121.	if (performance is regular) and (timing is short) and (processing = indifferent) then processing is indifferent
122.	if (performance is regular) and (timing is normal) and (processing = indifferent) then processing is reflexive
123.	if (performance is regular) and (timing is long) and (processing = indifferent) then processing is reflexive
124.	if (performance is bad) and (timing is short) and (processing = indifferent) then processing is reflexive
125.	if (performance is bad) and (timing is normal) and (processing = indifferent) then processing is reflexive
126.	if (performance is bad) and (timing is long) and (processing = indifferent) then processing is very_reflexive
127.	if (performance is good) and (timing is short) and (processing = reflexive) then processing is very_reflexive
128.	if (performance is good) and (timing is normal) and (processing = reflexive) then processing is reflexive
129.	if (performance is good) and (timing is long) and (processing = reflexive) then processing is indifferent
130.	if (performance is regular) and (timing is short) and (processing = reflexive) then processing is reflexive
131.	if (performance is regular) and (timing is normal) and (processing = reflexive) then processing is indifferent
132.	if (performance is regular) and (timing is long) and (processing = reflexive) then processing is active
133.	if (performance is bad) and (timing is short) and (processing = reflexive) then processing is indifferent

Figura A.11: Base de regras para a variável *fuzzy processing* - Parte 2.

134. if (performance is bad) and (timing is normal) and (processing = reflexive) then processing is active
135. if (performance is bad) and (timing is long) and (processing = reflexive) then processing is very_active
136. if (performance is good) and (timing is short) and (processing = very_reflexive) then processing is very_reflexive
137. if (performance is good) and (timing is normal) and (processing = very_reflexive) then processing is very_reflexive
138. if (performance is good) and (timing is long) and (processing = very_reflexive) then processing is reflexive
139. if (performance is regular) and (timing is short) and (processing = very_reflexive) then processing is very_reflexive
140. if (performance is regular) and (timing is normal) and (processing = very_reflexive) then processing is reflexive
141. if (performance is regular) and (timing is long) and (processing = very_reflexive) then processing is indifferent
142. if (performance is bad) and (timing is short) and (processing = very_reflexive) then processing is indifferent
143. if (performance is bad) and (timing is normal) and (processing = very_reflexive) then processing is indifferent
144. if (performance is bad) and (timing is long) and (processing = very_reflexive) then processing is active

Figura A.12: Base de regras para a variável *fuzzy processing* - Parte 3.

145.	if (performance is good) and (timing is short) and (understanding = very_sequential) then understanding is very_sequential
146.	if (performance is good) and (timing is normal) and (understanding = very_sequential) then understanding is very_sequential
147.	if (performance is good) and (timing is long) and (understanding = very_sequential) then understanding is sequential
148.	if (performance is regular) and (timing is short) and (understanding = very_sequential) then understanding is very_sequential
149.	if (performance is regular) and (timing is normal) and (understanding = very_sequential) then understanding is sequential
150.	if (performance is regular) and (timing is long) and (understanding = very_sequential) then understanding is indifferent
151.	if (performance is bad) and (timing is short) and (understanding = very_sequential) then understanding is indifferent
152.	if (performance is bad) and (timing is normal) and (understanding = very_sequential) then understanding is indifferent
153.	if (performance is bad) and (timing is long) and (understanding = very_sequential) then understanding is global
154.	if (performance is good) and (timing is short) and (understanding = sequential) then understanding is very_sequential
155.	if (performance is good) and (timing is normal) and (understanding = sequential) then understanding is sequential
156.	if (performance is good) and (timing is long) and (understanding = sequential) then understanding is indifferent
157.	if (performance is regular) and (timing is short) and (understanding = sequential) then understanding is sequential
158.	if (performance is regular) and (timing is normal) and (understanding = sequential) then understanding is indifferent
159.	if (performance is regular) and (timing is long) and (understanding = sequential) then understanding is global
160.	if (performance is bad) and (timing is short) and (understanding = sequential) then understanding is indifferent

Figura A.13: Base de regras para a variável *fuzzy understanding* - Parte 1.

161. if (performance is bad) and (timing is normal) and (understanding = sequential) then understanding is global
162. if (performance is bad) and (timing is long) and (understanding = sequential) then understanding is very_global
163. if (performance is good) and (timing is short) and (understanding = indifferent) then understanding is indifferent
164. if (performance is good) and (timing is normal) and (understanding = indifferent) then understanding is indifferent
165. if (performance is good) and (timing is long) and (understanding = indifferent) then understanding is global
166. if (performance is regular) and (timing is short) and (understanding = indifferent) then understanding is indifferent
167. if (performance is regular) and (timing is normal) and (understanding = indifferent) then understanding is global
168. if (performance is regular) and (timing is long) and (understanding = indifferent) then understanding is global
169. if (performance is bad) and (timing is short) and (understanding = indifferent) then understanding is global
170. if (performance is bad) and (timing is normal) and (understanding = indifferent) then understanding is global
171. if (performance is bad) and (timing is long) and (understanding = indifferent) then understanding is very_global
172. if (performance is good) and (timing is short) and (understanding = global) then understanding is very_global
173. if (performance is good) and (timing is normal) and (understanding = global) then understanding is global
174. if (performance is good) and (timing is long) and (understanding = global) then understanding is indifferent
175. if (performance is regular) and (timing is short) and (understanding = global) then understanding is global
176. if (performance is regular) and (timing is normal) and (understanding = global) then understanding is indifferent

Figura A.14: Base de regras para a variável *fuzzy understanding* - Parte 2.

177. if (performance is regular) and (timing is long) and (understanding = global)
then understanding is sequential
178. if (performance is bad) and (timing is short) and (understanding = global)
then understanding is indifferent
179. if (performance is bad) and (timing is normal) and (understanding = global)
then understanding is sequential
180. if (performance is bad) and (timing is long) and (understanding = global)
then understanding is very_sequential
181. if (performance is good) and (timing is short) and (understanding =
very_global) then understanding is very_global
182. if (performance is good) and (timing is normal) and (understanding =
very_global) then understanding is very_global
183. if (performance is good) and (timing is long) and (understanding =
very_global) then understanding is global
184. if (performance is regular) and (timing is short) and (understanding =
very_global) then understanding is very_global
185. if (performance is regular) and (timing is normal) and (understanding =
very_global) then understanding is global
186. if (performance is regular) and (timing is long) and (understanding =
very_global) then understanding is indifferent
187. if (performance is bad) and (timing is short) and (understanding =
very_global) then understanding is indifferent
188. if (performance is bad) and (timing is normal) and (understanding =
very_global) then understanding is indifferent
189. if (performance is bad) and (timing is long) and (understanding =
very_global) then understanding is sequential

Figura A.15: Base de regras para a variável *fuzzy understanding* - Parte 3.

Apêndice B – Conteúdo dos Casos de Uso do Simulador

- **Manter Dispositivo**

Descrição: Responsável por permitir a consulta, inclusão, alteração e exclusão de dados do dispositivo de estudantes.

Ator: Administrador.

Pré-Condição: Receber a identificação do tipo de operação.

Cenário Principal de Sucesso:

1. Manutenção do Cadastro de Dispositivos:
 - 1.1. se “inclusão”:
 - 1.1.1. o simulador prepara uma relação de estudantes e os apresenta;
 - 1.1.2. habilita-se a edição dos dados.
 - 1.2. se “consulta” ou “alteração” ou “exclusão”:
 - 1.2.1. o simulador prepara uma lista de todos os dispositivos cadastrados;
 - 1.2.2. O usuário seleciona um dispositivo da lista;
 - 1.2.3. se “alteração”, o simulador apresenta os dados e os habilita para edição;
 - 1.2.4. se “consulta” ou “exclusão”, o simulador apresenta os dados do usuário desabilitados para edição.
 - 1.2.4.1. No caso de “exclusão”, o simulador solicita confirmação.
2. O usuário informa, no caso de “inclusão” ou “alteração”, tipo do dispositivo, modelo, tamanho da tela, tipo de teclado e estudante associado ao dispositivo.
3. O usuário confirma a operação realizada.
4. O simulador deve atualizar os dados cadastrais do dispositivo, caso “inclusão” e “alteração”.

4.1. No caso de “inclusão”, o simulador gera automaticamente um código único de identificação.

5. Caso “exclusão”, o simulador deve excluir dados do dispositivo.

Cenário Alternativo:

Necessário informar todos os dados.

– Cadastro não permitido, caso os campos não estejam preenchidos.

- **Manter Objeto de Aprendizagem**

Descrição: Responsável por permitir a consulta, inclusão, alteração e exclusão de dados do cadastro de Objetos de Aprendizagem.

Ator: Administrador, Professor.

Pré-Condição: Receber a identificação do tipo de operação.

Cenário Principal de Sucesso:

1. Manutenção do Cadastro de Objetos de Aprendizagem:

1.1. se “inclusão”, habilita-se a edição dos dados.

1.2. se “consulta” ou “alteração” ou “exclusão”:

1.2.1. o simulador prepara uma lista de todos os Objetos de Aprendizagem cadastrados, apresentando o *title* de cada objeto;

1.2.2. O usuário seleciona um objeto da lista;

1.2.3. se “alteração”, apresenta os dados e os habilita para edição.

1.2.4. se “consulta” ou “exclusão”:

1.2.4.1. apresenta os dados do objeto desabilitados para edição.

1.2.4.2. no caso de “exclusão”, o simulador solicita confirmação.

2. O usuário informa, no caso de “inclusão” e “alteração”, os atributos do objeto:

2.1. *catalog*, *entry*, *title*, *keywords* e *description* da categoria geral;

2.2. *format*, *size*, *installationRemarks*, *requirement OrComposite* (*type*, *name*, *minimumVersion*, *maximumVersion*), *otherPlatformsRequirements* e *duration* da categoria técnica;

2.3. *interactivityType*, *learningResourceType*, *interactivityLevel*, *semanticDensity*, *intendedEndUserRole*, *context*, *typicalAgeRange*, *difficulty*, *typicalLearningTime* e *language* da categoria educacional.

3. O simulador calcula e armazena, no caso de “inclusão” e “alteração”, a norma e a norma ponderada [*Extends* Caso de Uso Montar Normas para um Objeto].

4. O usuário confirma a operação realizada.
5. O simulador deve atualizar os dados cadastrais do usuário, caso “inclusão” e “alteração”:
 - 5.1. No caso de “inclusão”, o simulador gera, automaticamente, um código único de identificação.
6. Caso “exclusão”, o simulador deve excluir todos os dados associados ao objeto.

Cenário Alternativo:

Necessário preenchimento do campo.

- Cadastro não permitido, caso os seguintes campos não estejam preenchidos:

1. *title*, *keywords* e *description* da categoria geral;
2. *format*, *otherPlatformsRequirements* e *duration* da categoria técnica;
3. *interactivityType*, *learningResourceType*, *interactivityLevel*, *semanticDensity* e *difficulty*, *typicalLearningTime* da categoria educacional.

- **Apresentar Normas para um Objeto**

Descrição: responsável por apresentar o resultado da norma e da norma ponderada para um objeto de aprendizagem.

Ator: Administrador.

Cenário Principal de Sucesso:

1. O simulador carrega a lista de Objetos de Aprendizagem.
2. O usuário seleciona o objeto da lista.
3. O simulador carrega e apresenta a norma e a norma ponderada para o objeto selecionado correspondente aos valores das dimensões do modelo FSLSM.
4. O usuário confirma a operação realizada.

- **Manter Curso**

Descrição: Responsável por permitir a consulta, inclusão, alteração e exclusão de dados do cadastro de cursos.

Ator: Administrador, Professor.

Pré-Condição: Receber a identificação do tipo de operação.

Cenário Principal de Sucesso:

1. Se administrador:
 - 1.1. Manutenção do Cadastro de Cursos:
 - 1.1.1. se “inclusão”, habilita-se a edição dos dados;
 - 1.1.2. se “consulta” ou “alteração” ou “exclusão”:
 - 1.1.2.1. o simulador prepara uma lista de todos os nomes de cursos cadastrados;
 - 1.1.2.2. o usuário seleciona um curso da lista;
 - 1.1.2.3. se “alteração”, apresenta os dados e os habilita para edição;
 - 1.1.2.4. se “consulta” ou “exclusão”:
 - apresenta os dados do curso desabilitados para edição;
 - No caso de “exclusão”, o simulador solicita confirmação.
 - 1.2. O usuário informa, no caso de “inclusão” ou “alteração”: nome do conteúdo/assunto, identificação do conteúdo/assunto; tipo de conteúdo; palavras-chave; desempenho e/ou tempo esperado de estudo.
 - 1.3. O usuário confirma a operação realizada.
 - 1.4. O simulador deve atualizar os dados cadastrais do curso, caso “inclusão” e “alteração”;
 - 1.4.1. No caso de “inclusão”, o simulador gera, automaticamente, um código único de identificação.
 - 1.5. Caso “exclusão”, o simulador deve excluir todos os dados associados ao curso.
2. Se professor:
 - 2.1. o simulador prepara uma lista de todos os nomes de cursos desse professor;
 - 2.2. o usuário seleciona um curso da lista;
 - 2.3. o simulador apresenta os dados do curso desabilitados para edição;
 - 2.4. o usuário confirma a operação realizada.

Cenário Alternativo:

Necessário informar todos os dados.

- Cadastro não permitido, caso os campos não estejam preenchidos.

Exclusão não permitida.

- Não é possível excluir um curso, no qual existam estudantes matriculados ou professor atuando.

- **Associar Professor a um Curso**

Descrição: responsável por inserir um professor em um curso cadastrado.

Ator: Administrador.

Cenário Principal de Sucesso:

1. O simulador carrega e apresenta a lista de cursos.
2. O simulador carrega e apresenta a lista de professores cadastrados.
3. O usuário seleciona um curso.
4. O usuário seleciona o professor responsável pelo curso.
5. O usuário confirma a operação.
6. Se confirmado, o simulador atualiza os dados.

Cenário Alternativo:

Necessário selecionar um curso da relação.

- Não é possível associar um professor a um curso, caso o curso não tenha sido selecionado.

Necessário selecionar um professor da relação.

- Não é possível associar um professor a um curso, caso o professor não tenha sido selecionado.

- **Remover um Professor de um Curso**

Descrição: responsável por excluir um professor no curso cadastrado.

Ator: Administrador.

Cenário Principal de Sucesso:

1. O simulador carrega e apresenta a relação de cursos para o usuário.
2. O simulador apresenta a relação do(s) professor(es) do curso.
3. O usuário seleciona um curso.
4. O usuário seleciona um professor.
5. O simulador solicita confirmação de exclusão.
6. O usuário confirma a operação.
7. Se confirmado, o simulador realiza a exclusão do professor no curso.

Cenário Alternativo:

Necessário selecionar um curso da relação.

- Não é possível remover um professor de um curso, caso o curso não tenha sido selecionado.

Necessário selecionar um professor da relação.

- Não é possível remover um professor de um curso, caso o professor não tenha sido selecionado.

- **Matricular Estudantes em um Curso**

Descrição: responsável por realizar a matrícula de estudantes em cursos, previamente cadastrados.

Ator: Administrador, Professor.

Cenário Principal de Sucesso:

1. Se administrador:
 - 1.1. o simulador carrega e apresenta a relação de cursos.
2. Se professor:
 - 2.1. o simulador carrega e apresenta a relação de cursos do professor.
3. O simulador carrega e apresenta a relação de estudantes.
4. O usuário seleciona um curso para matricular o estudante.
5. O usuário seleciona um ou mais estudantes para matrícula.
6. Para cada estudante selecionado:
 - 6.1. efetua a matrícula do estudante no curso;
 - 6.2. marca o Status de Estudo no Curso como não iniciado;
 - 6.3. o simulador atualiza os dados da matrícula.

Cenário Alternativo:

Necessário selecionar um curso da relação.

- Não é possível matricular estudante(s) a um curso, caso o curso não tenha sido selecionado.

Necessário selecionar um professor da relação.

- Não é possível matricular estudante(s) a um curso, caso nenhum estudante tenha sido selecionado.

- **Cancelar a Matrícula de Estudante em um Curso**

Descrição: responsável por realizar o cancelamento da matrícula de estudantes em cursos, previamente cadastrados.

Ator: Administrador, Professor.

Cenário Principal de Sucesso:

1. Se administrador:
 - 1.1. O simulador carrega e apresenta a relação de estudantes.
 - 1.2. O usuário seleciona um estudante.
 - 1.3. O simulador carrega e apresenta a relação de cursos em que o estudante está matriculado.
 - 1.4. O usuário seleciona um curso para cancelar a matrícula do estudante.
2. Se professor:
 - 2.1. O simulador carrega e apresenta a relação de cursos do professor.
 - 2.2. O usuário seleciona o curso.
 - 2.3. O simulador carrega e apresenta a relação de estudantes do curso selecionado.
 - 2.4. O usuário seleciona um estudante da relação.
3. O simulador remove o registro de estudo (tempo de estudo e desempenho) para cada item do curso.
4. O simulador remove os conhecimentos pré-adquiridos do estudante no curso.
5. O simulador remove o histórico de estudo no curso.
6. O simulador atualiza os dados da matrícula para o estudante.

Cenário Alternativo:

Necessário selecionar um curso da relação.

- Não é possível cancelar a matrícula de estudante(s) de um curso, caso nenhum estudante tenha sido selecionado.

Necessário selecionar um professor da relação.

- Não é possível cancelar a matrícula de estudante(s) de um curso, caso o curso não tenha sido selecionado.

- **Manter Conhecimentos Pré-Adquiridos**

Descrição: responsável por permitir a consulta, inclusão e alteração dos conhecimentos pré-adquiridos por um estudante em um curso.

Ator: Administrador, Estudante.

Pré-Condição: Receber a identificação do tipo de operação.

Cenário Principal de Sucesso:

1. Manutenção do cadastro de conhecimentos pré-adquiridos:
 - 1.1. se “inclusão” ou “alteração”, habilita-se os dados para edição;
 - 1.2. se “consulta”, desabilita dados para edição.
2. Se administrador:
 - 2.1. o simulador carrega e apresenta a relação de estudantes;
 - 2.2. o usuário seleciona um estudante da relação.
3. O simulador carrega e apresenta a relação de cursos em que o estudante está matriculado.
4. O usuário seleciona um curso da relação.
5. O simulador apresenta a tabela de conteúdo programático contendo os nomes dos conteúdos/assuntos do curso.
6. O simulador apresenta, no caso de “alteração” ou “consulta”, os assuntos que já são de conhecimento do estudante.
7. O usuário marca, no caso de “inclusão” ou “alteração”, um ou mais conteúdos/assuntos que são de conhecimento do estudante.
8. O usuário confirma a operação realizada.
9. O simulador deve atualizar os dados dos conhecimentos pré-adquiridos pelo estudante, caso “inclusão” e “alteração”:
 - 9.1. No caso de “inclusão”, o simulador gera, automaticamente, um código único de identificação.

Cenário Alternativo:

Necessário selecionar um estudante da relação.

- Não é possível o administrador manter o cadastro de conhecimentos pré-adquiridos sem informar o estudante.

- **Manter Preferência das Mídias do Estudante**

Descrição: responsável por permitir a consulta, inclusão e alteração da preferência do estudante pelos tipos de mídia.

Atores: Administrador, Estudante.

Pré-Condição: Receber a identificação do tipo de operação.

Cenário Principal de Sucesso:

1. Manutenção do cadastro de preferência dos tipos de mídia:

- 1.1. se “inclusão” ou “alteração”, habilita-se os dados para edição;
- 1.2. se “consulta”, desabilita dados para edição.
2. Se administrador:
 - 2.1. o simulador carrega e apresenta a relação de estudantes;
 - 2.2. o usuário seleciona um estudante da relação.
3. O simulador apresenta, no caso de “alteração” ou “consulta”, as preferências pelos tipos de mídia do estudante.
4. O usuário seleciona, no caso de “inclusão” ou “alteração”, a preferência pelos tipos de mídia entre os valores 1 e 5, no qual 1 indica baixa preferência e 5 preferência alta. Considerando os tipos de mídia: áudio, vídeo, texto, simulação, jogo educativo e animação.
5. O usuário confirma a operação realizada.
6. O simulador deve atualizar as preferências do estudante pelos tipos de mídia, caso “inclusão” e “alteração”:
 - 6.1. No caso de “inclusão”, o simulador gera, automaticamente, um código único de identificação.

Cenário Alternativo:

Necessário selecionar um estudante da relação.

- Não é possível o administrador manter o cadastro de preferência nos tipos de mídias sem informar o estudante.

- **Manter Estilo de Aprendizagem do Estudante**

Descrição: responsável por permitir a consulta, inclusão e alteração dos estilos de aprendizagem de um estudante.

Ator: Administrador.

Pré-Condição: Receber a identificação do tipo de operação.

Cenário Principal de Sucesso:

1. Manutenção do cadastro de estilo de aprendizagem:
 - 1.1. se “inclusão” ou “alteração”, habilita-se os dados para edição;
 - 1.2. se “consulta”, desabilita dados para edição.
2. O simulador carrega e apresenta a relação de estudantes.
3. O usuário seleciona um estudante da relação.
4. O simulador apresenta, no caso de “alteração” ou “consulta”, os estilos de aprendizagem do estudante.

5. O usuário informa, no caso de “inclusão” ou “alteração”, o estilo do estudante nas dimensões processamento (ativo/reflexivo), percepção (sensorial/intuitiva), entrada (visual/verbal) e compreensão (sequencial/global).
6. O usuário confirma a operação realizada.
7. O simulador deve atualizar os dados dos estilos de aprendizagem do estudante, caso “inclusão” e “alteração”:
 - 7.1. No caso de “inclusão”, o simulador gera, automaticamente, um código único de identificação.

Cenário Alternativo:

Necessário selecionar um estudante da relação.

- Não é possível o administrador manter o cadastro de estilo de aprendizagem para um estudante sem informar o estudante.

- **Obter Estilo de Aprendizagem do Estudante**

Descrição: responsável por obter o estilo de aprendizagem de um estudante com base nas 44 questões do ILS, relativas ao modelo FSLSM.

Ator: Estudante.

Cenário Principal de Sucesso:

1. O simulador apresenta as questões do ILS para as dimensões processamento (ativo/reflexivo), percepção (sensorial/intuitiva), entrada (visual/verbal) e compreensão (sequencial/global).
2. Para cada uma das 44 questões do ILS:
 - 2.1. o usuário seleciona uma das duas opções (a ou b);
 - 2.2. o simulador adiciona um à dimensão do modelo FSLSM ao qual corresponde a alternativa selecionada.
3. O simulador calcula o estilo de aprendizagem do estudante, conforme o algoritmo “Obter o Estilo de Aprendizagem Inicial do estudante” representado na Figura 2.4.
4. O simulador atualiza o estilo do estudante.

Cenário Alternativo:

Necessário responder todas as questões.

- Não é possível obter o estilo de aprendizagem para um estudante sem a resposta de todas as questões.

- **Manter Tipos de Seleção do Objeto de Aprendizagem**

Descrição: responsável por permitir a consulta, inclusão e alteração dos tipos de seleção para um objeto de aprendizagem relativos ao estilo de aprendizagem, por votação ou por norma ponderada.

Ator: Administrador.

Pré-Condição: Receber a identificação do tipo de operação.

Cenário Principal de Sucesso:

1. Manutenção dos tipos de seleção dos objetos de aprendizagem:
 - 1.1. se “inclusão” ou “alteração”, habilita-se os dados para edição;
 - 1.2. se “consulta”, desabilita dados para edição.
2. O simulador apresenta, no caso de “alteração” ou “consulta”, o tipo de seleção escolhida.
3. O usuário escolhe, no caso de “inclusão” ou “alteração”, o tipo de seleção para um objeto de aprendizagem, votação ou norma ponderada.
4. O usuário confirma a operação realizada.
5. O simulador deve atualizar os dados do tipo de seleção dos objetos de aprendizagem, caso “inclusão” e “alteração”.

Cenário Alternativo:

Necessário selecionar um tipo de seleção para o objeto de aprendizagem.

- O administrador deve informar qual o tipo de seleção para o objeto de aprendizagem durante a avaliação para o critério de adaptação estilo de aprendizagem.

- **Manter Critérios de Adaptação para um Curso**

Descrição: responsável por permitir a consulta, inclusão e alteração dos critérios de adaptação para um curso, os quais são: estilo de aprendizagem, desempenho, conhecimentos pré-adquiridos e tecnologia.

Ator: Administrador, Professor.

Pré-Condição: Receber a identificação do tipo de operação.

Cenário Principal de Sucesso:

1. Manutenção do cadastro de critérios de adaptação para um curso:
 - 1.1. se “inclusão” ou “alteração”, habilita-se os dados para edição;
 - 1.2. se “consulta”, desabilita dados para edição.
2. Se administrador:

- 2.1. o simulador carrega e apresenta a relação de cursos.
3. Se professor:
 - 3.1. o simulador carrega e apresenta a relação dos cursos nos quais o usuário atua como professor.
4. O usuário seleciona um curso da relação.
5. O simulador apresenta, no caso de “alteração” ou “consulta”, os tipos de adaptação para o curso selecionado.
6. O usuário habilita, caso “inclusão” ou “alteração”, quais os tipos de adaptação (estilos de aprendizagem, desempenho, conhecimentos pré-adquiridos e tecnologia). devem ocorrer para o curso selecionado.
7. O usuário confirma a operação realizada.
8. O simulador deve atualizar a informação do critério de adaptação para o curso, caso “inclusão” ou “alteração”.
 - 8.1. No caso de “inclusão”, o simulador gera, automaticamente, um código único de identificação.

Cenário Alternativo:

Necessário selecionar um curso da relação.

- Não é possível o usuário informar os tipos de adaptação sem a escolha do curso.

- **Registrar Tempo e Desempenho para Itens de um Curso**

Descrição: responsável por registrar o tempo de estudo e o desempenho ao(s) item(s) da tabela de conteúdo programático estudados por um estudante. Utilizado para definir os valores a serem considerados durante a simulação do estudo pelo estudante nos itens do curso.

Atores: Administrador, Estudante.

Cenário Principal de Sucesso:

1. Se administrador:
 - 1.1. o simulador carrega e apresenta a relação de estudantes;
 - 1.2. o usuário seleciona um estudante da relação.
2. O simulador carrega e apresenta a relação de cursos em que o estudante está matriculado.
3. O usuário seleciona um curso da relação.

4. O sistema carrega e apresenta a tabela de conteúdo programático do curso, contendo os seus itens de estudo.
5. Para cada item da tabela de conteúdo programático:
 - 5.1. o usuário informa um tempo de estudo e um desempenho a ser considerado durante a simulação do estudo no curso.
6. O simulador atualiza os dados.

Cenário Alternativo:

Necessário selecionar um estudante da relação.

- Não é possível carregar os cursos em que o estudante está matriculado.

Necessário selecionar um curso da relação.

- Não é possível carregar a tabela de conteúdo programático sem informar qual é o curso.

- **Acessar Simulador**

Descrição: responsável por realizar o acesso ao simulador de usuário previamente cadastrado e habilitar as funcionalidades permitidas a cada classe de usuário.

Atores: Administrador, Estudante, Professor.

Cenário Principal de Sucesso:

1. O usuário informa seu login e senha.
2. O simulador habilita as funcionalidade do administrador, caso o usuário seja administrador:
 - 2.1. manter: usuários, dispositivos e objetos de aprendizagem; apresentar normas; cancelar a matrícula de estudante em curso; matricular estudante em curso; associar professor a um curso; remover professor de um curso; manter conhecimentos pré-adquiridos; manter preferência das mídias; manter critérios de adaptação para um curso; manter estilos de aprendizagem de um estudante; manter tipos de seleção dos objetos; acessar curso; realizar a simulação; restaurar dados da simulação; apresentar histórico; registrar o tempo e desempenho em um curso; realizar o acesso ao simulador; finalizar o acesso e sair do simulador.
3. O simulador habilita as funcionalidades do estudante, caso o usuário seja estudante:

- 3.1. manter conhecimentos pré-adquiridos, obter seu estilo de aprendizagem, manter preferência das mídias, acessar curso, realizar a simulação, restaurar dados da simulação, registrar o tempo e desempenho em um curso, realizar o acesso ao simulador, finalizar o acesso e sair do simulador.
4. O simulador habilita as funcionalidades do professor, caso o usuário seja professor:
 - 4.1. manter objetos de aprendizagem, cancelar a matrícula de estudante em seus cursos, matricular estudantes em seus cursos, manter critérios de adaptação para os seus cursos, observar histórico de estudo em seu curso, realizar o acesso ao simulador, finalizar o acesso e sair do simulador.

Cenário Alternativo:

Usuário inexistente

- Se o usuário não existir, informar ao usuário e solicitar nova senha.

Usuário cancela acesso

- Caso o usuário desista de acessar o simulador, ocorre a sua finalização.

- **Finalizar Acesso ao Simulador**

Descrição: responsável por finalizar o acesso do usuário ao simulador.

Ator: Administrador, Estudante, Professor.

Cenário Principal de Sucesso:

1. O usuário informa sua finalização no acesso ao sistema.
2. O simulador desabilita todas as operações.
3. O simulador permite novo acesso ao simulador.

- **Restaurar dados após a Simulação**

Descrição: responsável por apresentar os estilos de aprendizagem do estudante atualizados e dos valores do tempo de permanência (*timing*) e desempenho (*performance*) do item previamente estudado após a Simulação.

Ator: Administrador, Estudante.

Pré-Condição: ter realizado a simulação do estudo de um item.

Cenário Principal de Sucesso:

1. O simulador limpa os dados do resultado da simulação do estudo de um item.

2. O simulador atualiza os dados do estilo de aprendizagem.
3. O simulador atualiza os dados do tempo de permanência (*timing*) e desempenho (*performance*) no item estudado.
4. O simulador atualiza os dados do item estudado.

Apêndice C – Simulações de Estudo - Parte I

C.1 Situação de Estudo I

C.1.1 Considerações

Nessa simulação, foram considerados:

- estudante: Bruno Buccini;
- dispositivo no estudo: tipo = *smartphone*, modelo = XPERIA 10, tamanho da tela = 4 polegadas e tipo de teclado = *software keyboard*;
- mídias preferidas: audio = 1, vídeo = 2, *text* = 3, simulação = 4, jogos educacionais = 5 e animação = 4;
- estilos de aprendizagem inicial: *input* = *very visual* (0), *processing* = *active* (6) , *perception* = *indifferent* (13) e *understanding* = *very global* (22);
- curso: C3, com carga horária de 30 h e seis assuntos. Cada assunto, identificado pelo seu número, possui os valores de *performance*, *timing* e *keyword* iguais a:
 - I. 7, 1500 e K1;
 - II. 7, 2000 e K2;
 - III. 7, 1700 e K3;
 - IV. 7, 2000 e K4;
 - V. 7, 1900 e K5;
 - VI. 7, 2100 e K6.
- há um conjunto de sete objetos no repositório para cada assunto do curso;
- assuntos conhecidos pelo estudante: nenhum;

- tipos de adaptação selecionados para o curso: *learning styles*, *performance*, *pre-knowledge* e *technology*;
- critério de adaptação na seleção dos objetos de aprendizagem: norma ponderada;
- registro prévio de estudo no curso com desempenho e tempo de estudo bons em todos os assuntos de C3. Os valores para o desempenho e tempo de estudo do estudante, identificado pelo número do assunto, são:

I. 8 e 1500;

II. 7 e 1900;

III. 9 e 1650;

IV. 10 e 1850;

V. 8 e 1900;

VI. 9 e 2070.

Sendo assim, esses valores de registro foram utilizados durante a simulação do estudo.

Na próxima subseção, será detalhado o estudo do Bruno no assunto I do curso C3.

O estudo de Bruno no restante do curso C3, será discriminado em uma única subseção, menos detalhada, pois como cada item de conteúdo programático de C3 possui um conjunto de sete objetos de aprendizagem, no qual cada conjunto de objetos possui configurações semelhantes ao do assunto I. Além disso, como foi considerado que, nessa situação de estudo, o estudante tem desempenho e tempo de estudo bons em todos os assuntos estudados. Então, os objetos selecionados para o estudo do curso possuem as mesmas características das obtidas no assunto I.

C.1.2 Estudo do Bruno no Assunto I do Curso C3

No processo de seleção do melhor objeto para o estudo do assunto I, foram encontrados sete objetos correspondentes a *keyword* = K1. Esses objetos, como ilustrados na Tabela C.1, foram classificados segundo a norma ponderada, votação e preferência das mídias e marcados como recomendados ou não pela tecnologia.

Com base nos resultados da Tabela C.1, pode-se observar que o O_4_A1 é o objeto que possui melhor norma ponderada, votação e preferência pelos tipos

Tabela C.1: Simulação da situação I - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C3”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_4_A1	1	2,828	1	4	Rec.	1
O_6_A1	2	3,841	3	1	N.Rec.	2
O_2_A1	3	4,000	2	2	N.Rec.	3
O_5_A1	4	4,817	3	1	N.Rec.	5
O_3_A1	5	5,115	3	1	N.Rec.	6
O_1_A1	6	5,235	3	1	N.Rec.	7
O_7_A1	7	5,292	3	1	N.Rec.	4

de mídias, além de ser recomendado para o estudo no dispositivo e, devido ao melhor posicionamento para norma ponderada, foi o selecionado para o estudo desse assunto. Nessa mesma tabela, também, pode-se verificar que:

- Todos os valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**) são diferentes, indicando que nenhum objeto possui o mesmo peso para o estilo de aprendizagem de Bruno.
- O critério votação (**Vot tot**) é composto somente por três valores diferentes (4, 2 e 1) e cinco objetos possuem somente uma dimensão do estilo de aprendizagem do estudante como primeiro colocado (**Vot tot** = 1) e, segundo esse critério, os cinco têm o mesmo peso para o estilo de aprendizagem de Bruno. Isso faz com que a classificação dos objetos contenha apenas as posições 1, 2, e 3 (**pos Vot**).
- A análise do aspecto tecnológico (**Tech**), com exceção do objeto O_4_A1, os outros objetos não são recomendados para serem exibidos no *smartphone* de Bruno.
- A observação da classificação pelos tipos de mídias (**pos Med**), permitiu visualizar que a posição dos três primeiros objetos coincidem com a norma ponderada (**pos WN**). Também, como O_4_A1 tem as mídias *simulation*, *educative game* e *text*, observa-se que é favorável a preferência do estudante.

Além disso, relacionando os recursos do objeto O_4_A1 selecionado para o estudo de Bruno (*simulation* e *exam*), o tipo de interatividade (*active*), o nível de interatividade (*very high*), densidade semântica (*high*) e dificuldade (*medium*) aos estilos de aprendizagem de Bruno, pode-se dizer que:

- *input = very visual*: uma simulação possui boa interatividade e, normalmente, utiliza-se de recursos visuais;

- *understanding = very global*: uma simulação pode ser composta de caminhos diferentes levando a situações variadas, favorecendo o estilo global;
- *processing = active*: uma simulação pode ser utilizada para trabalhar com procedimentos experimentais;
- *perception = indifferent*: uma simulação e suas características podem tanto ser constituídas de situações que favorecem ao estudante criar seu próprio método de solução, contendo dificuldades variadas, como detalhes para quem tem boa memória e não aprecia surpresas nem complicações.

No estudo do objeto O_4_A1, foi considerado que Bruno obteve o desempenho = 8 e o tempo de estudo = 1500, conforme valores padrão registrados. Isso indica que o estudante teve bom desempenho/tempo de estudo e pode prosseguir para o próximo assunto do curso. Também, após o estudo, os estilos de aprendizagem mantiveram-se os mesmos, com os valores:

- *input = very visual* (1.5);
- *processing = active* (5.0);
- *perception = indifferent* (11.0);
- *understanding = very global* (20.4).

C.1.3 Estudo do Bruno nos Outros Assuntos do Curso C3

Na simulação do estudo do restante do curso C3, o estudante Bruno teve bom desempenho/tempo de estudo em todos os assuntos, conforme registro prévio. A cada simulação, foram selecionados um conjunto de sete objetos, classificados segundo as norma ponderada, votação e preferência das mídias e marcados como recomendados ou não pela tecnologia.

Por meio dos resultados dessa classificação, em cada assunto, foi possível observar que os objetos selecionados e apresentados na Tabela C.2 (sigla OSE), contém a melhor norma ponderada, votação e preferência pelos tipos de mídias, além de serem recomendados para o dispositivo de Bruno, exceção para o objeto do assunto II que não foi recomendado pela tecnologia, pelo fato do tamanho do monitor mais adequado para a apresentação do objeto ser de no mínimo 15 polegadas e o dispositivo do estudante possuir uma dimensão de 4 polegadas.

Após o estudo do curso, como o estudante teve bom desempenho/tempo de estudo em todos os objetos, os estilos de aprendizagem mantiveram-se os mesmos, conforme valores exibidos na Tabela C.2.

Tabela C.2: Simulação da situação I - Objeto selecionado e estudado (OSE) nos cinco últimos assuntos do Curso C3 e os valores nas quatro dimensões do estilo de aprendizagem FSLSM (input = Inp, processing = Proc, perception = Perc, understanding = Unders, VVS = *very visual*, A = *active*, I = *indifferent*, VG = *very global*), obtidos após o estudo do objeto.

Assunto	OSE	Inp	Proc	Perc	Unders
II	O_4_A2	VVS (1.6)	A (4.9)	I (11.0)	VG (20.4)
III	O_4_A3	VVS (1.6)	A (4.9)	I (11.0)	VG (20.4)
IV	O_4_A4	VVS (1.6)	A (4.8)	I (11.0)	VG (20.4)
V	O_4_A5	VVS (1.5)	A (5.0)	I (11.0)	VG (20.4)
VI	O_4_A6	VVS (1.6)	A (5.0)	I (11.0)	VG (20.4)

C.2 Situação de Estudo II

C.2.1 Considerações

Nessa simulação, foram considerados:

- estudante: Maria Teste;
- dispositivo no estudo: tipo = *smartphone*, modelo = Galaxy pocket S5300, tamanho da tela = 2,8 polegadas e tipo de teclado = *software keyboard*;
- mídias preferidas: audio = 1, vídeo = 4, *text* = 2, simulação = 4, jogos educacionais = 2 e animação = 5;
- estilos de aprendizagem inicial: *input* = *very verbal* (22), *processing* = *very active* (0) , *perception* = *intuitive* (17) e *understanding* = *sequential* (4);
- curso: C3, com carga horária de 30 h e seis assuntos. Cada assunto, identificado pelo seu número, possui os valores de desempenho, tempo de estudo e *keyword* iguais a:

I. 7, 1500 e K1;

II. 7, 2000 e K2;

III. 7, 1700 e K3;

IV. 7, 2000 e K4;

V. 7, 1900 e K5;

VI. 7, 2100 e K6.

- há um conjunto de sete objetos no repositório para cada assunto do curso;
- assuntos conhecidos pela estudante: II e IV, que não devem ser estudados;
- tipos de adaptação selecionados para o curso: *learning styles*, *performance*, *pre-knowledge* e *technology*;
- critério de adaptação na seleção dos objetos de aprendizagem: norma ponderada;
- registro prévio de estudo no curso com bom desempenho/tempo de estudo em todos os assuntos de C3. Os valores para o desempenho e tempo de estudo do estudante em cada assunto, identificado pelo seu número, são:

I. 8 e 1500;

II. 8 e 1800;

III. 8 e 1600;

IV. 8 e 1900;

V. 8 e 1800;

VI. 8 e 2000.

Esses valores de registro prévio foram utilizados durante a simulação do estudo.

C.2.2 Estudo da Maria nos Assuntos do Curso C3

Nessa simulação, segundo as considerações, pode-se observar que há vários diferenciais em relação à simulação I, tais como: tipo de dispositivo utilizado, preferências das mídias, estilos de aprendizagem da estudante Maria e os dois assuntos conhecidos pelo estudante.

Considerando a simulação do estudo no assunto I e a classificação dos objetos de aprendizagem segundo a norma ponderada, votação, preferência das mídias e a marcação como recomendados ou não pela tecnologia, obteve-se o conjunto de sete objetos apresentados na Tabela C.3. Nela, pode-se observar que o melhor

objeto é o O_6_A.1, composto dos recursos *simulation*, *figure*, *diagram*, *narrative text*, *exam*, tipo de interatividade = *mixed*, nível de interatividade = *medium*, densidade semântica = *medium* e dificuldade = *easy*. Relacionando esse objeto aos estilos de aprendizagem de Maria, pode-se dizer que:

- *input = very verbal*: apesar do objeto possuir outros recursos, há a presença de *narrative text* com tipo de interatividade *mixed* e nível médio de interatividade, indicando que pode ser favorável a esse estilo;
- *understanding = sequential*: mesmo contendo outros recursos, possui *narrative text* com nível médio de interatividade e tipo de interatividade *mixed*, representando a possibilidade da informação ser apresentada de forma sequencial, lógica e encadeada ou não;
- *processing = very active*: o estudante prefere trabalhar em experimentos e uma *simulation* pode ter essa característica; e
- *perception = intuitive*: em uma *simulation* é possível realizar inovação, porém devido a baixa dificuldade do objeto, provavelmente, não apresenta complicações.

Observando os outros valores da Tabela C.3, tem-se:

- Quase todos os valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**) são diferentes, exceção para os objetos O_2_A.1 e O_7_A.1, indicando que possuem a mesma distância em relação ao estilo de aprendizagem de Maria.
- O critério votação (**Vot tot**) possui três valores diferentes (2, 1 e 0) e, se esse critério fosse utilizado para seleção do melhor objeto, o O_6_A1 seria o último a ser selecionado para estudo, pois não apresenta nenhuma dimensão do estilo de aprendizagem do estudante como primeiro colocado (**Vot tot** = 0), como pode-se observar pela sua classificação em **pos Tot**.
- A análise do aspecto tecnológico (**Tech**), torna possível constatar que nenhum objeto é recomendado para ser exibido no dispositivo de Maria. Certamente, porque está relacionado ao tamanho da tela do *smartphone* Galaxy pocket S5300 de 2,8 polegadas.
- A observação da classificação pelos tipos de mídias (**pos Med**) e pela média ponderada (**pos WN**) permite verificar que o objeto O_6_A1, selecionado

pela norma ponderada, coincide com a preferência de Maria, no entanto, para os outros objetos, considerando essas duas colunas, somente, há coincidência no posicionamento do objeto O_4_A1. O objeto O_6_A1 é composto das mídias *video*, *audio*, *educative game*, *simulation*, *animation* e *text*.

Tabela C.3: Simulação da situação II - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C3”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_6_A1	1	4,141	3	0	N.Rec.	1
O_2_A1	2	4,359	2	1	N.Rec.	5
O_7_A1	3	4,359	1	2	N.Rec.	6
O_4_A1	4	4,528	1	2	N.Rec.	4
O_5_A1	5	5,404	2	1	N.Rec.	2
O_1_A1	6	5,495	2	1	N.Rec.	7
O_3_A1	7	5,642	2	1	N.Rec.	3

Além disso, após o estudo do objeto O_6_A1, o estilo de aprendizagem da estudante manteve-se inalterado, modificando-se apenas os valores em cada dimensão:

- *input* = *very verbal* (20);
- *understanding* = *sequential* (5);
- *processing* = *very active* (1.5);
- *perception* = *intuitive* (17).

Na simulação do estudo do restante do curso, foram selecionados os objetos destacados na Tabela C.4. Nessa tabela, pode-se verificar que os objetos selecionados possuem as mesmas características do objeto apresentado para estudo no assunto I e, como a estudante teve um bom desempenho/tempo de estudo durante o estudo em todos os assuntos, o estilo de aprendizagem da estudante manteve-se inalterado. Também, como esperado, nenhum objeto foi apresentado para estudo relacionado aos assuntos II e IV, pois foram informados como conhecidos pela estudante.

Tabela C.4: Simulação da situação II - Objeto selecionado e estudado (OSE) nos cinco últimos assuntos do Curso C3 e os valores nas quatro dimensões do estilo de aprendizagem FSLSM (*input* = Inp, *processing* = Proc, *perception* = Perc, *understanding* = Unders, VV = *very verbal*, VA = *very active*, INT = *intuitive*, SEQ = *sequential*), obtidos após o estudo do objeto.

Assunto	OSE	Inp	Proc	Perc	Unders
III	O_6_A3	VV (20)	VA (1.6)	INT (17)	SEQ (4.9)
V	O_6_A5	VV (20)	VA (1.6)	INT (17)	SEQ (4.9)
VI	O_6_A6	VV (20)	VA (1.6)	INT (17)	SEQ (4.9)

C.3 Situação de Estudo III

C.3.1 Considerações

Nessa simulação, foram considerados:

- estudante: Alberto Seixas;
- dispositivo no estudo: tipo = *smartphone*, modelo = XPERIA 10, tamanho da tela = 4 polegadas e tipo de teclado = *software keyboard*;
- mídias preferidas: audio = 2, vídeo = 4, *text* = 4, simulação = 2, jogos educacionais = 3 e animação = 3;
- estilos de aprendizagem inicial: *input* = *very verbal* (22), *processing* = *very reflexive* (21), *perception* = *sensorial* (5) e *understanding* = *sequential* (4);
- curso: C4, com carga horária de 15 h e três assuntos. Cada assunto, identificado pelo seu número, possui os valores de desempenho, tempo de estudo e *keyword* iguais a:
 - I. 7, 1500 e K1;
 - II. 7, 2000 e K2;
 - III. 7, 1700 e K3;
- há um conjunto de sete objetos no repositório para cada assunto do curso;
- assuntos conhecidos pela estudante: não conhece nenhum;
- tipos de adaptação selecionados para o curso: *learning styles*, *performance*, *pre-knowledge* e *technology*;

- critério de adaptação na seleção dos objetos de aprendizagem: norma ponderada;
- registro prévio de estudo no curso com desempenho um pouco abaixo do esperado no assunto II, mas bom tempo de estudo. No restante do curso, considera-se bom desempenho/tempo de estudo. Os valores para o desempenho e tempo de estudo do estudante em cada assunto, identificado pelo seu número, são:

I. 7 e 1500;

II. 6 e 1900;

III. 8 e 1600.

Esses valores de registro prévio foram utilizados durante a simulação do estudo.

C.3.2 Estudo do Alberto nos Assuntos do Curso C4

A classificação dos objetos para o estudo do assunto I pela norma ponderada, votação e preferência das mídias e sua marcação pela tecnologia (recomendado ou não) é apresentada na Tabela C.5. Por meio dela, verifica-se que o objeto melhor classificado é o objeto O_1_A1.

O_1_A1, contendo os recursos *figure*, *table*, *narrative text*, *questionnaire* e *exam*, tipo de interatividade = *expositive*, nível de interatividade = *low*, densidade semântica = *medium* e dificuldade = *medium*, é adequado aos estilos de Alberto, pois:

- *input = very verbal*: O_1_A1 é expositivo, com baixa interatividade e possui *narrative text*, que se utiliza da escrita textual;
- *understanding = sequential*: o recurso *narrative text* com tipo de interatividade *expositive* e baixo nível de interatividade, normalmente, é linear e a informação é apresentada de forma sequencial, lógica e encadeada;
- *processing = very reflexive*: indica que o estudante prefere o estudo individual e procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos e O_1_A1, por ser expositivo com baixa interatividade e conter *narrative text*, tende a favorecer esse estilo; e
- *perception = sensorial*: reflete que o estudante é detalhista e paciente, memoriza com facilidade, não aprecia surpresas nem complicações, e devido á

característica expositiva de O_1_A1, com dificuldade e densidade semântica média, mostra-se um objeto adequado.

Na Tabela C.5, também, pode-se observar que:

- Quase todos os valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**) são diferentes, exceção para os objetos O_2_A1 e O_7_A1, com valores coincidentes. Também, verifica-se que os cinco primeiros objetos têm valores de **WN Value**, relativamente, próximos, enquanto que o O_4_A1 tem um alto valor, indicando maior distanciamento do estilo de aprendizagem de Alberto.
- O critério votação (**Vot tot**) tem o posicionamento **pos Tot** do objeto O_1_A1, coincidente com o da norma ponderada (**pos WN**), indicando que se fosse utilizado esse critério, o objeto O_1_A1 também seria o mais adequado.
- A análise do aspecto tecnológico (**Tech**), com exceção do objeto O_4_A1, torna possível constatar que todos os outros objetos não são recomendados para serem exibidos no dispositivo de Alberto. Certamente, porque está relacionado ao tamanho da tela do *smartphone* XPERIA 10 de 4 polegadas.
- A observação da classificação pelos tipos de mídias (**pos Med**) em relação com a norma ponderada (**pos WN**), permite visualizar que os cinco primeiros objetos classificados não estão com o posicionamento coincidente.

Tabela C.5: Simulação da situação III - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C4”.

Title	pos WN	WN value	pos Tot	Vot tot	Tech	pos Med
O_1_A1	1	3,317	1	3	N.Rec.	5
O_2_A1	2	3,742	2	2	N.Rec.	1
O_7_A1	3	3,742	2	2	N.Rec.	2
O_3_A1	4	3,808	3	1	N.Rec.	3
O_5_A1	5	3,821	2	2	N.Rec.	4
O_6_A1	6	4,336	4	0	N.Rec.	6
O_4_A1	7	7,071	4	0	Rec.	7

Após o estudo do assunto I, como o estudante teve bom desempenho/tempo de estudo, os estilos de aprendizagem mantiveram-se os mesmos.

No assunto II, como o ambiente de estudo continuou o mesmo, foi selecionado o objeto O_1_A2, que contém as mesmas características do objeto do assunto I. No entanto, como no estudo desse objeto, o estudante teve razoável desempenho

(6) e bom tempo de estudo (1900), conforme registro prévio, ocorreram alterações no estilo de aprendizagem de Alberto, como apresentado a seguir:

- *input = verbal* (18);
- *understanding = indifferent* (9);
- *processing = reflexive* (18);
- *perception = indifferent* (9).

Além disso, devido ao razoável valor de desempenho, foi oferecido um reforço para o estudo do assunto II, o objeto O_7_A2, compatível com o novo estilo de aprendizagem de Alberto.

No estudo do assunto III, após a classificação dos objetos, apresentada na Tabela C.6, foi selecionado o objeto O_7_A3. Também, nessa tabela, pode-se observar que:

- Todos os valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**) não são iguais, indicando diferenças na proximidade deles em relação aos estilos de aprendizagem de Alberto.
- O critério votação (**Vot tot**) é composto por dois valores diferentes (3 e 2), sendo que o primeiro mais votado coincide com a posição da norma ponderada (**pos WN**).
- A análise do aspecto tecnológico (**Tech**) possibilita constatar que todos os objetos não são recomendados de serem exibidos no *smartphone* de Alberto.
- O primeiro objeto relativo aos tipos de mídia (**pos Med**) coincide com o primeiro pela norma ponderada (**pos WN**). O objeto O_7_A3 é de mídia *text*, uma das preferidas por Alberto.

Os objetos O_7_A2 e O_7_A3 possuem os recursos *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *very high* e dificuldade *very difficulty*; e associados aos novos estilos de aprendizagem de Alberto, tem-se:

- *input = very verbal*: os objetos são indicados, pois tem baixa interatividade e possuem *narrative text* que utiliza-se da escrita textual;

Tabela C.6: Simulação da situação III - Classificação dos objetos relativos ao estudo do assunto III para o curso “C4”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_7_A3	1	2,828	1	3	N.Rec.	1
O_1_A3	2	3,162	1	3	N.Rec.	5
O_3_A3	3	3,391	2	2	N.Rec.	2
O_2_A3	4	3,606	2	2	N.Rec.	3
O_5_A3	5	3,688	2	2	N.Rec.	4
O_6_A3	6	4,006	2	2	N.Rec.	6
O_4_A3	7	5,148	2	2	N.Rec.	7

- *understanding = indifferent*: neste caso, os valores não interferem na escolha;
- *processing = reflexive*: como o estudante prefere o estudo individual e procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos, e como esses objetos contém *narrative text*, alta densidade semântica e dificuldade, pode-se trabalhar esse tipo de informação; e
- *perception = indifferent*: neste caso, os valores não interferem na escolha.

Após o estudo do assunto III, como o estudante teve desempenho = 8 e tempo de estudo = 1600, os estilos de aprendizagem de Alberto se consolidaram, conforme o esperado, e seus valores tornaram-se:

- *input = verbal* (17);
- *understanding = indifferent* (11);
- *processing = reflexive* (17);
- *perception = indifferent* (11).

Como não há mais assuntos a serem estudados no curso, a simulação dos estudos de Alberto é finalizada.

C.4 Situação de Estudo IV

C.4.1 Considerações

Nessa simulação, foram considerados:

- estudante: Fernando Lucci;

- dispositivo no estudo: tipo = *tablet*, modelo = NB013, tamanho da tela = 7 polegadas e tipo de teclado = *software keyboard*;
- mídias preferidas: audio = 2, vídeo = 5, *text* = 4, simulação = 4, jogos educacionais = 5 e animação = 2;
- estilos de aprendizagem inicial: *input* = *very visual* (0), *processing* = *very active* (0) , *perception* = *very sensorial* (0) e *understanding* = *very global* (22);
- curso: C4, com carga horária de 15 h e três assuntos. Cada assunto, identificado pelo seu número, é composto dos valores de desempenho, tempo de estudo e *keyword* iguais a:

I. 7, 1500 e K1;

II. 7, 2000 e K2;

III. 7, 1700 e K3;

- há um conjunto de sete objetos no repositório para cada assunto do curso;
- assuntos conhecidos pela estudante: conhece o I;
- tipos de adaptação selecionados para o curso: *learning styles*, *performance*, *pre-knowledge* e *technology*;
- critério de adaptação na seleção dos objetos de aprendizagem: norma ponderada;
- registro prévio de estudo no curso com desempenho ruim no assunto II, mas bom tempo de estudo. No restante do curso, considera-se bom desempenho/tempo de estudo. Os valores para o desempenho e tempo de estudo do estudante em cada assunto, identificado pelo seu número, são:

I. 7 e 1500;

II. 3 e 1800;

III. 8 e 1500.

Esses valores de registro prévio foram utilizados durante a simulação do estudo, porém, como no assunto II, o valor de desempenho é ruim, será necessário o reestudo desse assunto com outro valor de desempenho.

C.4.2 Estudo do Fernando nos Assuntos do Curso C4

No estudo do curso C4, foi considerado que o estudante conhece o assunto I, assim, o simulador começa a simulação pelo assunto II.

No estudo do assunto II, os objetos selecionados foram classificados pela norma ponderada, votação, tipos de mídias e recomendados ou não pela tecnologia, conforme pode ser visualizado na Tabela C.7. Nessa tabela, observa-se que o objeto O_4_A2 é o mais indicado para o estudo desse assunto, portanto, foi o selecionado. Esse objeto possui os recursos *simulation* e *exam*, tipo de interatividade *active*, nível de interatividade *very high*, densidade semântica *high* e dificuldade *medium* relacionando-se com os estilos de aprendizagem do estudante, então, verifica-se que:

- *input = very visual*: uma simulação normalmente utiliza-se de recursos visuais;
- *understanding = very global*: como o estudante aprende de forma não linear, necessitando da visão de conjunto para poder compreender os detalhes, uma simulação com nível alto de interatividade pode ser construída para contemplar essa característica;
- *processing = very active*: uma simulação pode ser utilizada para trabalhar com procedimentos experimentais; e
- *perception = very sensorial*: nesse caso, como o estudante é detalhista e paciente, memoriza com facilidade, não aprecia surpresas nem complicações, não pode-se afirmar que a simulação, com alta densidade semântica e dificuldade média oferece essa característica.

Na Tabela C.7, também pode-se observar que:

- Todos os valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**) não são iguais, revelando diferenças na proximidade deles em relação aos estilos de aprendizagem de Fernando.
- O critério votação (**Vot tot**) é composto por três valores diferentes (3, 2 e 1), sendo que o primeiro mais votado (**pos** **Vot** = 1) coincide com a posição da norma ponderada (**pos** **WN**).
- A análise do aspecto tecnológico (**Tech**), permite constatar que nenhum objeto é recomendado para ser exibido no *tablet* de 7 polegadas de tamanho de tela.

- Em relação aos tipos de mídia (**pos Med**), nenhum posicionamento coincide com a norma ponderada (**pos WN**). Se esse critério fosse utilizado para selecionar o objeto, o O_5_A2, de mídias *video* e *text*, seria o escolhido.

Tabela C.7: Simulação da situação IV - Classificação dos objetos relativos ao primeiro estudo do assunto II para o curso “C4”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_4_A2	1	4,848	1	3	N.Rec.	3
O_6_A2	2	4,985	3	0	N.Rec.	6
O_2_A2	3	5,148	2	1	N.Rec.	4
O_5_A2	4	5,814	2	1	N.Rec.	1
O_1_A2	5	6,327	2	1	N.Rec.	7
O_3_A2	6	6,831	3	0	N.Rec.	2
O_7_A2	7	7,246	3	0	N.Rec.	5

Ao estudar o objeto O_4_A2, o estudante obteve desempenho (3) ruim, alterando seu estilo de aprendizagem para:

- *input* = *indifferent* (11);
- *understanding* = *indifferent* (11);
- *processing* = *indifferent* (11);
- *perception* = *indifferent* (11).

Nesse estudo, pelo fato do estudante ter tido um péssimo desempenho, o simulador permanece no assunto II e classifica os objetos selecionados pela norma ponderada, votação, tipos de mídias e indica a recomendação ou não pela tecnologia, considerando os novos estilos de aprendizagem, como ilustrado na Tabela C.8. Por meio dela, verifica-se que todos os estilos de aprendizagem são *indifferent* e que nenhum objeto é recomendado pela tecnologia. Portanto, a preferência pelos tipos de mídias é o critério utilizado para desempate e o objeto O_3_A2, melhor classificado e ainda não estudado, é oferecido para estudo.

No estudo do objeto O_3_A2, foi considerado desempenho bom e igual a 8 e tempo de estudo bom e igual a 1500, mantendo-se o estilo de aprendizagem e seus valores após esse estudo.

Como o novo estilo de aprendizagem possui valor *indifferent* em todas as dimensões do modelo FSLSM, não há relação direta entre os recursos do objeto O_3_A2 e esse novo estilo.

Tabela C.8: Simulação da situação IV - Classificação dos objetos no segundo estudo do assunto II para o curso “C4”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_3_A2	1	0	1	4	N.Rec.	1
O_5_A2	1	0	1	4	N.Rec.	2
O_4_A2	1	0	1	4	N.Rec.	3
O_7_A2	1	0	1	4	N.Rec.	4
O_2_A2	1	0	1	4	N.Rec.	5
O_6_A2	1	0	1	4	N.Rec.	6
O_1_A2	1	0	1	4	N.Rec.	7

Para o estudo do assunto III, conforme ilustrado na Tabela C.9, foi selecionado o objeto O_4_A3. Como os estilos de aprendizagem são *indifferent* e todos os valores de norma ponderada são iguais, o critério utilizado para selecionar o objeto O_4_A3 foi o tecnológico. Nesse estudo, como Fernando teve bom desempenho (8) e bom tempo de estudo (1500), o seu estilo de aprendizagem manteve-se inalterado. Além disso, como esse era o último assunto do curso, a simulação dos estudos de Fernando é finalizada.

Tabela C.9: Simulação da situação IV - Classificação dos objetos no estudo do assunto III para o curso “C4”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_4_A3	1	0	1	4	Rec.	3
O_3_A3	1	0	1	4	N.Rec.	1
O_5_A3	1	0	1	4	N.Rec.	2
O_7_A3	1	0	1	4	N.Rec.	4
O_2_A3	1	0	1	4	N.Rec.	5
O_6_A3	1	0	1	4	N.Rec.	6
O_1_A3	1	0	1	4	N.Rec.	7

C.5 Situação de Estudo V

C.5.1 Considerações

Nessa simulação, foram considerados:

- estudante: Lucas Barros;
- dispositivo no estudo: tipo = *notebook*, modelo = VPCF215FB, tamanho da tela = 16 polegadas e tipo de teclado = *laptop size*;
- mídias preferidas: audio = 5, vídeo = 1, *text* = 5, simulação = 1, jogos educacionais = 1 e animação = 1;

- estilos de aprendizagem inicial: *input = verbal* (16), *processing = reflexive* (18) , *perception = indifferent* (13) e *understanding = sequential* (5);
- curso: C4, com carga horária de 15 h e três assuntos. Cada assunto, identificado pelo seu número, possui os valores de desempenho, tempo de estudo e *keyword* iguais a:
 - I. 7, 1500 e K1;
 - II. 7, 2000 e K2;
 - III. 7, 1700 e K3;
- há um conjunto de sete objetos no repositório para cada assunto do curso;
- assuntos conhecidos pela estudante: não conhece nenhum;
- tipos de adaptação selecionados para o curso: *learning styles*, *performance*, *pre-knowledge* e *technology*;
- critério de adaptação na seleção dos objetos de aprendizagem: norma ponderada;
- registro prévio de estudo no curso com tempo de estudo ruim no assunto II, mas bom desempenho. No restante do curso, considera-se bom desempenho/tempo de estudo. Os valores para o desempenho e tempo de estudo do estudante em cada assunto, identificado pelo seu número são:
 - I. 8 e 1300;
 - II. 8 e 3000;
 - III. 8 e 1600.

Esses valores de registro prévio foram utilizados durante a simulação do estudo. Como no assunto II o valor de tempo de estudo é ruim, o simulador deverá oferecer um reforço para ele no estudo do assunto III.

C.5.2 Estudo do Lucas nos Assuntos do Curso C4

No estudo do assunto I, o simulador classificou os objetos coincidentes ao assunto pela norma ponderada, votação, tipos de mídias, marcando-os como recomendado ou não, como pode-se visualizar na Tabela C.10. Dessa tabela, pode-se comentar que:

- Todos os valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**) não são iguais, indicando diferenças na proximidade deles em relação aos estilos de aprendizagem de Lucas.
- O critério votação (**Vot tot**) é composto por três valores diferentes (3, 2 e 1), sendo que o primeiro mais votado (**pos** **Vot** = 1) coincide com a posição da norma ponderada (**pos** **WN**). Ainda, pode-se observar também que, há uma relativa ordenação pelo critério votação em relação à norma ponderada.
- O dispositivo utilizado para estudo é um *notebook* com 16 polegadas de tamanho de tela e tipo de teclado *laptop size*, então, todos os objetos selecionados são recomendados (**Tech**) para apresentar nesse dispositivo.
- Coincidência há no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos** **Med**) em relação à norma ponderada (**pos** **WN**) para todos os objetos selecionados.

Tabela C.10: Simulação da situação V - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C4”.

Title	pos WN	WN value	pos	Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_7_A1	1	1,581	1		3	Rec.	1
O_1_A1	2	2,588	1		3	Rec.	2
O_2_A1	3	2,646	2		2	Rec.	3
O_3_A1	4	2,828	2		2	Rec.	4
O_5_A1	5	2,950	2		2	Rec.	5
O_6_A1	6	3,025	3		1	Rec.	6
O_4_A1	7	5,244	3		1	Rec.	7

Na Tabela C.10, também, pode-se observar que o objeto selecionado para estudo foi o O_7_A1, melhor classificado pelo critério norma ponderada (**WN Value**), que contém os recursos *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *very high* e dificuldade *very difficulty*. Associando esse objeto aos estilos de aprendizagem de Lucas, tem-se:

- *input = verbal*: *narrative text* utiliza-se da escrita;
- *understanding = sequential*: em *narrative text* com baixo nível de interatividade, provavelmente, o recurso é linear e a informação é, normalmente, apresentada de forma sequencial, lógica e encadeada;

- *processing = reflexive*: o estudante prefere trabalhar com o exame e manipulação mental da informação, além do estudo individual e procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos e, pelas características gerais de O_7_A1, pode-se dizer que ele é adequado; e
- *perception = indifferent*: nesse caso, os valores não interferem na escolha.

Após o estudo do O_7_A1, os estilos de aprendizagem do estudante não mudaram, ratificando seus valores para:

- *input = verbal* (17);
- *understanding = sequential* (5);
- *processing = reflexive* (17);
- *perception = indifferent* (11).

No estudo do assunto II, pode-se observar pela Tabela C.11 que o objeto O_7_A2 é o melhor classificado e foi selecionado para o estudo de Lucas. Esse objeto possui as mesmas características do objeto do assunto I e, portanto, mostra-se adequado para o estudo.

Em relação à Tabela C.11, também, nota-se que:

- Todos os valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**) não são iguais, revelando diferenças na proximidade deles em relação aos estilos de aprendizagem de Lucas. Porém, os objetos O_1_A2, O_6_A2, O_3_A2 e O_2_A2 possuem valores **WN Value** muito próximos, indicando que têm praticamente o mesmo distanciamento do estilo do estudante.
- O critério votação (**Vot tot**) é composto por três valores diferentes (3, 2 e 1) e o primeiro mais votado (**pos** **Vot** = 1) coincide com a posição do objeto melhor classificado pela norma ponderada (**pos** **WN**);
- Todos os objetos selecionados são recomendados (**Tech**) para apresentar nesse dispositivo, visto que o dispositivo utilizado para estudo é um *notebook* com 16 polegadas de tamanho de tela.
- Coincidência existe no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos** **Med**) em comparação à norma ponderada (**pos** **WN**) para o primeiro, segundo e último objeto da relação. O primeiro objeto é de mídia *text*, de alta preferência do estudante.

Tabela C.11: Simulação da situação V - Classificação dos objetos no estudo do assunto II para o curso “C4”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_7_A2	1	2,915	1	3	Rec.	1
O_1_A2	2	4,087	1	3	Rec.	2
O_6_A2	3	4,111	3	0	Rec.	6
O_3_A2	4	4,123	2	1	Rec.	4
O_2_A2	5	4,243	2	1	Rec.	3
O_5_A2	6	5,263	2	1	Rec.	5
O_4_A2	7	5,292	2	1	Rec.	7

No estudo do O_7_A2, Lucas teve bom desempenho e tempo de estudo ruim igual a 3000, fazendo com que seu estilo de aprendizagem fosse alterado para:

- *input* = *indifferent* (13);
- *understanding* = *indifferent* (9);
- *processing* = *indifferent* (13);
- *perception* = *indifferent* (13).

Nesse caso, o estudante avança para o próximo assunto, mas o simulador oferece um outro objeto como reforço do assunto II, conforme apresenta a Tabela C.12. Desse modo, como o novo estilo de aprendizagem do estudante tem valor *indifferent* em todas as dimensões, os valores para a norma ponderada (**pos WN** e **WN Value**), votação (**pos Vot** e **Vot Tot**) e tecnologia (**Tech**) são idênticos em todos os objetos, assim, a classificação pelos tipos de mídia foi utilizada para selecionar o objeto O_1_A2.

Tabela C.12: Simulação da situação V - Classificação dos objetos no reforço de estudo do assunto II para o curso “C4”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_1_A2	1	0	1	4	Rec.	1
O_2_A2	1	0	1	4	Rec.	2
O_7_A2	1	0	1	4	Rec.	3
O_3_A2	1	0	1	4	Rec.	4
O_5_A2	1	0	1	4	Rec.	5
O_4_A2	1	0	1	4	Rec.	6
O_6_A2	1	0	1	4	Rec.	7

No estudo do assunto III, foi selecionado o objeto O_1_A3, devido as mesmas condições descritas anteriormente para o reforço no estudo do assunto II. Nesse estudo o estudante teve bom desempenho/tempo de estudo, finalizando o

estudo do curso C4 e reforçando, ainda mais, o seu estilo de aprendizagem, como apresentado abaixo:

- *input* = *indifferent* (11);
- *understanding* = *indifferent* (11);
- *processing* = *indifferent* (11);
- *perception* = *indifferent* (11).

C.6 Situação de Estudo VI

C.6.1 Considerações

Nessa simulação, foram considerados:

- estudante: Alberto Soares;
- dispositivo no estudo: tipo = *notebook*, modelo = LU.SG608.002 , tamanho da tela = 11,6 polegadas e tipo de teclado = *laptop size*;
- mídias preferidas: audio = 2, vídeo = 1, *text* = 5, simulação = 2, jogos educacionais = 3 e animação = 1;
- estilos de aprendizagem inicial: *input* = *very verbal* (22), *processing* = *indifferent* (8) , *perception* = *indifferent* (12) e *understanding* = *indifferent* (14);
- curso: C7, com carga horária de 10 h e um assunto para estudo. No qual o assunto possui os valores desempenho = 7, tempo de estudo = 2000 e *keyword* = K1,K8;
- assuntos conhecidos pela estudante: não conhece nenhum;
- tipos de adaptação selecionados para o curso: *learning styles*, *performance*, *pre-knowledge* e *technology*;
- critério de adaptação na seleção dos objetos de aprendizagem: norma ponderada;
- registro prévio de estudo no curso com bom tempo de estudo = 1800, mas regular desempenho = 6. Esses valores de registro prévio foram utilizados durante a simulação do estudo. No entanto, como o valor de desempenho é regular, o simulador deverá oferecer um reforço para esse assunto;

- há um conjunto de três objetos no repositório para cada assunto do curso.

C.6.2 Estudo do Alberto nos Assuntos do Curso C7

Na simulação do estudo do único assunto do curso, três objetos foram selecionados e classificados pela norma ponderada, votação, tipos de mídia e marcados como recomendado ou não para exibir no dispositivo, conforme apresentado na Tabela C.13. Com base nela, observa-se que o objeto O_2_A1_2C é o melhor classificado e foi selecionado para estudo. Esse objeto possui os recursos *slide* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *medium*, densidade semântica *low* e dificuldade *easy*. Relacionando esse objeto ao estilo de aprendizagem de Alberto, tem-se:

- *input = very verbal*: a utilização de textos em *slide* é uma prática normal, mesmo que na forma de tópicos, indicando que esse objeto pode ser compatível com esse estilo;
- *understanding = indiffent; processing = indifferent; perception = indiffere-
rent*: nesses casos, os valores não interferem na escolha.

Na Tabela C.13, observa-se que:

- Todos os valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**), mesmo que diferentes, são bem próximos, indicando que apesar do objeto O_2_A1_2C ser melhor classificado, os outros não são tão distantes do estilo de aprendizagem de Alberto.
- O critério votação (**Vot tot**) é composto por dois valores diferentes (4 e 3) e há coincidência de posicionamento do primeiro e do segundo mais votado (**pos** **Vot** = 1 e 2) em relação à classificação pela norma ponderada (**pos** **WN**).
- Todos os objetos selecionados não são recomendados (**Tech**) para apresentar no dispositivo *notebook* com 11,6 polegadas de tamanho de tela e tipo de teclado *laptop size*.
- Coincidência há no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos** **Med**) em comparação à norma ponderada (**pos** **WN**) para todos os objetos.

Tabela C.13: Simulação da situação VI - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C7”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_2_A1_2C	1	2,0	1	4	N.Rec.	1
O_1_A1_2C	2	2,1	2	3	N.Rec.	2
O_3_A1_2C	3	2,4	2	3	N.Rec.	3

No estudo do O_2_A1_2C, o estudante teve bom tempo de estudo = 1800 e desempenho = 6, considerado regular. Por esse fato, houve uma sensível alteração no seu estilo de aprendizagem para:

- *input* = *verbal* (18);
- *understanding* = *indifferent* (13);
- *processing* = *indifferent* (13);
- *perception* = *indifferent* (13).

Além disso, o simulador oferece o objeto O_1_A1_2C, segundo melhor classificado da Tabela C.13, como reforço de estudo e a simulação dos estudos de Alberto é finalizada.

C.7 Situação de Estudo VII

C.7.1 Considerações

Nessa simulação, foram considerados:

- estudante: Mariana;
- dispositivo no estudo: tipo = *notebook*, modelo = LU.SG608.002, tamanho da tela = 11,6 polegadas e tipo de teclado = *laptop size*;
- mídias preferidas: audio = 5, vídeo = 1, *text* = 1, simulação = 1, jogos educacionais = 1 e animação = 1;
- estilos de aprendizagem inicial: *input* = *visual* (5), *processing* = *indifferent* (8), *perception* = *very intuitive* (20) e *understanding* = *global* (17);
- curso: C8, com carga horária de 10 h e dois assuntos. Cada assunto, identificado pelo seu número, é composto pelos valores de desempenho, tempo de estudo e *keyword* iguais a:

I. 7, 2000 e K1,K3,K4;

II. 7, 3000 e K5,K6.

- assuntos conhecidos pela estudante: não conhece nenhum;
- tipos de adaptação selecionados para o curso: *learning styles*, *performance*, *pre-knowledge* e *technology*;
- critério de adaptação na seleção dos objetos de aprendizagem: norma ponderada;
- registro prévio de estudo no curso com tempo de estudo ruim no assunto II, mas bom desempenho. No restante do curso, considera-se bom desempenho e bom tempo de estudo. Os valores para o desempenho e tempo de estudo do estudante em cada assunto, identificado pelo seu número, são:

I. 6 e 1200;

II. 5 e 1400.

- não há objeto no repositório relativo ao assunto I.

C.7.2 Estudo de Mariana nos Assuntos do Curso C8

Como nenhum objeto foi inserido no repositório para o assunto I, o simulador não seleciona nenhum objeto para estudo, apresenta mensagem informando sobre o ocorrido e finaliza a simulação.

C.8 Situação de Estudo VIII

C.8.1 Considerações

Nessa simulação, foram considerados:

- estudante: Alberto Silva;
- dispositivo no estudo: tipo = *notebook*, modelo = LU.SG608.002, tamanho da tela = 11,6 polegadas e tipo de teclado = *laptop size*;
- mídias preferidas: audio = 1, vídeo = 2, *text* = 4, simulação = 2, jogos educacionais = 3 e animação = 1;
- estilos de aprendizagem inicial: *input* = *indifferent* (14), *processing* = *active* (5), *perception* = *very intuitive* (21) e *understanding* = *very global* (20);

- curso: C9, com carga horária de 15 h e três assuntos. Cada assunto, identificado pelo seu número, é composto pelos valores de desempenho, tempo de estudo e *keyword* iguais a:

I. 7, 1500 e K1,K8;

II. 7, 1500 e K2,K7;

III. 7, 1500 e K3,K6.

- há um conjunto de três objetos no repositório para cada assunto do curso;
- assuntos conhecidos pela estudante: não conhece nenhum;
- tipos de adaptação selecionados para o curso: *learning styles*, *performance*, *pre-knowledge* e *technology*;
- critério de adaptação na seleção dos objetos de aprendizagem: norma ponderada;
- registro prévio de estudo no curso com tempo de estudo ruim e bom desempenho no assunto II, além de desempenho ruim e bom tempo de estudo no assunto III. Os valores para o desempenho e tempo de estudo do estudante em cada assunto, identificado pelo seu número, são:

I. 7 e 1500;

II. 7 e 2400;

III. 4 e 1500.

Esses valores de registro prévio foram utilizados durante a simulação do estudo. No entanto, como o valor do desempenho é ruim no assunto III, serão utilizados outros valores quando simulado um reestudo.

C.8.2 Estudo de Alberto nos Assuntos do Curso C9

Ao iniciar a simulação do estudo de Alberto, os objetos selecionados são classificados pela norma ponderada, votação, tipos de mídia e tecnologia, conforme Tabela C.14, e o melhor classificado e selecionado é o objeto O.2.A1.2C, que possui os recursos *slide* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *medium*, densidade semântica *low* e dificuldade *easy*. Relacionando os estilos de aprendizagem de Alberto com o objeto, tem-se:

- *input = indifferent*: nesse caso, os valores não interferem na escolha;

- *understanding = very global*: como o estudante tem dificuldade no aprendizado linear, necessitando da visão de conjunto para poder compreender os detalhes, utilizando-se *slide*, com nível de interatividade *medium* e tipo de interatividade *mixed*, é possível construir um material com essas características;
- *processing = active*: o estudante prefere trabalhar em experimentos e estudar em grupo, nesse caso, provavelmente, o objeto não condiz com a preferência do estudante; e
- *perception = very intuitive*: como o objeto possui pouca dificuldade e densidade semântica baixa, pode não ser condizente com a preferência do estudante.

Tabela C.14: Simulação da situação VIII - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C9”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O.2_A1.2C	1	4,9	1	3	N.Rec.	1
O.3_A1.2C	2	5,7	2	2	N.Rec.	2
O.1_A1.2C	3	5,8	3	1	Rec.	3

Com base na discussão anterior e na Tabela C.14, observa-se que, com exceção da dimensão *input* e *understanding*, o objeto selecionado não é tão próximo do estilo de aprendizagem de Alberto, no entanto, os outros objetos, disponíveis no repositório, O.1_A1.2C e O.3_A1.2C, têm características que os tornam mais distantes do estilo do estudante. Além disso, pode-se verificar que:

- Todos os valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**), mesmo que diferentes, são próximos, indicando que apesar do objeto O.2_A1.2C ser melhor classificado, os outros não são tão distantes do estilo de aprendizagem de Alberto.
- O critério votação (**Vot tot**) é composto por todos os valores diferentes e posicionamento coincidente (**pos Vot**) em relação à classificação pela norma ponderada (**pos WN**).
- Os dois primeiros objetos da relação não são recomendados (**Tech**) para apresentar no dispositivo *notebook* com 11,6 polegadas de tamanho de tela e tipo de teclado *laptop size*.
- Coincidência há no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos Med**) em comparação à norma ponderada (**pos WN**) para todos

os objetos. O objeto O_2_A1_2C é de mídia *text*, de maior preferência do estudante.

No estudo de O_2_A1_2C, Alberto obteve bom desempenho/tempo de estudo, mantendo o estado do seu estilo de aprendizagem e fortalecendo a proximidade dos valores de cada dimensão, como pode-se observar abaixo:

- *input = indifferent* (11);
- *understanding = very global* (20);
- *processing = active* (5);
- *perception = very intuitive* (20).

Na simulação do estudo para o assunto II, foi melhor classificado o objeto O_1_A2_2C, como pode-se visualizar na Tabela C.15. Esse objeto contém os recursos *simulation* e *exam*, tipo de interatividade *active*, nível de interatividade *very high*, densidade semântica *high* e dificuldade *medium*. Analisando os estilos com o objeto, observa-se:

- *input = indifferent*: nesse caso, os valores não interferem na escolha;
- *understanding = very global*: *simulation* com tipo de interatividade *active* e nível *very high* indica que o objeto é bastante interativo e como o estudante tem dificuldade no aprendizado linear, necessitando da visão de conjunto para poder compreender os detalhes, é possível construir uma simulação com essas características;
- *processing = active*: com *simulation*, pode-se construir objetos experimentais. Como esse estilo favorece quem prefere trabalhar em experimentos, o objeto pode ser compatível ao seu estilo; e
- *perception = very intuitive*: como o objeto possui uma dificuldade média e densidade semântica alta pode ser favorável ao estilo de quem prefere trabalhar com situações complicadas e inovação.

Na Tabela C.15, também, pode-se verificar que:

- Todos os valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**) são bem diferentes e a distância do objeto O_1_A2_2C, melhor classificado, em relação aos outros é razoável, indicando que esses objetos são distantes do estilo de aprendizagem de Alberto.

- O critério votação (**Vot tot**) é composto por dois valores diferentes (4 e 0) e com posicionamento coincidente (**pos** **Vot**) para o objeto O_1_A2_2C em relação a classificação pela norma ponderada (**pos** **WN**). Também, verifica-se que o objeto O_1_A2_2C, com o **Vot tot** = 4 é o melhor em relação aos quatro estilos de Alberto.
- O primeiro objeto da relação é recomendado (**Tech**) para apresentar no dispositivo *notebook* com 11,6 polegadas de tamanho de tela e tipo de teclado *laptop size*.
- Coincidência existe no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos** **Med**) em comparação à norma ponderada (**pos** **WN**) para o objeto melhor classificado. O_1_A2_2C tem as mídias *simulation*, *educative game* e *text*.

Tabela C.15: Simulação da situação VIII - Classificação dos objetos no estudo do assunto II para o curso “C9”.

Title	pos WN	WN value	pos	Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_1_A2_2C	1	2,6	1	4	Rec.	1	
O_3_A2_2C	2	4,8	2	0	N.Rec.	3	
O_2_A2_2C	3	6,7	2	0	N.Rec.	2	

No estudo do assunto II, o estudante teve bom desempenho (7) e tempo de estudo ruim (2400), por esse fato, os estilos de aprendizagem sofreram sensível alteração no seu estado e nos seus valores, como apresentado a seguir:

- *input* = *indifferent* (14);
- *understanding* = *global* (18);
- *processing* = *indifferent* (9);
- *perception* = *intuitive* (18).

Além disso, devido a esses valores de desempenho e tempo de estudo, na simulação do estudo do próximo assunto, foi oferecido um reforço ao assunto II, a partir da classificação dos objetos associados ao novo estilo de Alberto, como mostrado na Tabela C.16, e selecionado o objeto O_3_A2_2C. Como o objeto melhor classificado, O_1_A2_2C, foi utilizado no primeiro estudo, o segundo melhor classificado e ainda não estudado foi o selecionado. Esse objeto possui os recursos *simulation*, *figure*, *diagram*, *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *medium*, densidade semântica *medium* e dificuldade *easy*. Considerando as características desse objeto e os estilos do estudante, observa-se:

- *input = indifferent*: nesse caso, os valores não interferem na escolha;
- *understanding = global*: como o objeto possui tipo de interatividade *mixed* e nível *medium*, além disso, como o estudante tem dificuldade no aprendizado linear, necessitando da visão de conjunto para poder compreender os detalhes, é possível montar um objeto com essas características e recursos que contemple esse estilo de aprendizagem;
- *processing = indifferent*: nesse caso, os valores não interferem na escolha; e
- *perception = intuitive*: como o objeto tem pouca dificuldade e densidade semântica média e o estudante prefere trabalhar com situações complicadas e inovação é possível que o objeto, mesmo com variedade de recursos, não corresponda ao estilo de Alberto, nessa dimensão.

Na Tabela C.16, também, verifica-se que o objeto O_3_A2_2C, segundo melhor classificado pela norma ponderada (**WN value**), possui seu valor bem próximo do melhor classificado, indicando que tem, praticamente, a mesma relação com os estilo de aprendizagem de Alberto. Outro ponto a ser observado, é que pelo critério votação (**Vot tot**), o objeto O_3_A2_2C também é o melhor classificado, no entanto, não é recomendado para ser exibido no dispositivo (**Tech**) e é o pior classificado pelos tipos de mídia (**pos Med**).

Tabela C.16: Simulação da situação VIII - Classificação dos objetos no reforço de estudo do assunto II para o curso “C9”.

Title	pos WN	WN value	pos Tot	Tot tot	Tech	pos Med
O_1_A2_2C	1	2,0	1	3	Rec.	1
O_3_A2_2C	2	2,2	1	3	N.Rec.	3
O_2_A2_2C	3	3,9	2	2	N.Rec.	2

Na simulação do estudo para o assunto III, considerando a Tabela C.17, observa-se que foi melhor classificado e selecionado o objeto O_1_A3_2C, que contém os recursos *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *very high* e dificuldade *very difficulty*. A partir das características desse objeto e dos estilos do estudante, tem-se:

- *input = indifferent*: nesse caso, os valores não interferem na escolha;
- *understanding = global*: como o objeto possui o recurso *narrative text*, tipo de interatividade *expositive* e nível *low*, além disso, como o estudante tem dificuldade no aprendizado linear, necessitando da visão de conjunto para poder compreender os detalhes, é possível que esse objeto não corresponda

a essa dimensão do estilo, mesmo que sua construção possa contemplar essa situação;

- *processing = indifferent*: nesse caso, os valores não interferem na escolha; e
- *perception = intuitive*: como o objeto possui muita dificuldade e densidade semântica muito alta pode ser favorável ao estilo de quem prefere trabalhar com complicações e inovação.

Analisando os outros valores da Tabela C.17, verifica-se que:

- Os valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**) O_2_A3_2C e O_3_A3_2C são iguais e a distância desses objetos em relação ao objeto melhor classificado é pequena, indicando que esses objetos possuem razoável proximidade ao estilo de aprendizagem de Alberto.
- O critério votação (**Vot tot**) é composto por dois valores diferentes (4 e 2) e tem posicionamento coincidente (**pos** **Vot**) com o objeto melhor classificado pela norma ponderada (**pos** **WN**). Também, verifica-se que os objetos O_1_A3_2C, com o **Vot tot** = 4 é o melhor em relação aos quatro estilos individuais de Alberto.
- Todos os objetos da relação são recomendados (**Tech**) para apresentar no dispositivo *notebook* com 11,6 polegadas de tamanho de tela e tipo de teclado *laptop size*.
- Coincidência há no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos** **Med**) em comparação à norma ponderada (**pos** **WN**) para o primeiro e o segundo objeto melhores classificados.

Tabela C.17: Simulação da situação VIII - Classificação dos objetos no primeiro estudo do assunto III para o curso “C9”.

Title	pos WN	WN value	pos	Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_1_A3_2C	1	3,2	1		4	Rec.	1
O_2_A3_2C	2	4,2	2		2	Rec.	2
O_3_A3_2C	2	4,2	2		2	Rec.	3

No estudo desse assunto, Alberto obteve bom tempo de estudo, mas desempenho ruim e igual a 4, por esse fato, seus estilos de aprendizagem sofreram alteração para:

- *input = verbal* (17);

- *understanding* = *indifferent* (9);
- *processing* = *reflexive* (17);
- *perception* = *indifferent* (9).

Além disso, devido a esse baixo desempenho o estudante deve reestudar o assunto III.

Na continuação da simulação, o simulador classifica os objetos selecionados, conforme Tabela C.18, e escolhe o objeto O_2_A3_2C, ainda não estudado e segundo melhor classificado pela norma ponderada. Esse objeto tem os recursos *figure*, *table*, *narrative text*, *questionnaire*, *exam*, tipo de interatividade *expositive*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *medium* e dificuldade *medium*. Considerando as características desse objeto e os estilos do estudante, verifica-se que:

- *input* = *verbal*: como o objeto apresenta *narrative text* com tipo de interatividade *expositive* e baixo nível de interatividade, e o estudante recebe melhor a palavra falada ou escrita, o objeto selecionado contempla essa dimensão do estilo;
- *understanding* = *indifferent*: nesse caso, os valores não interferem na escolha;
- *processing* = *reflexive*: como o estudante prefere o estudo individual e procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos e o objeto é composto de *narrative text* com tipo de interatividade *expositive*, baixo nível de interatividade, densidade semântica e dificuldade média é provável que o objeto favoreça esse estilo; e
- *perception* = *indifferent*: nesse caso, os valores não interferem na escolha.

Com base na Tabela C.18, pode-se analisar que:

- Os valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**) O_2_A3_2C e O_3_A3_2C também são iguais e a distância desses objetos em relação ao objeto melhor classificado não é tão grande, indicando que esses objetos possuem razoável proximidade ao estilo de aprendizagem de Alberto.

- O critério votação (**Vot tot**) tem somente um valor (3) em todos os objetos, indicando que todos tem o mesmo distanciamento em relação ao estilo de Alberto, segundo esse critério;
- Todos os objetos da relação também são recomendados (**Tech**) para apresentar no dispositivo *notebook* com 11,6 polegadas de tamanho de tela e tipo de teclado *laptop size*.
- Coincidência existe no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos Med**) em comparação à norma ponderada (**pos WN**) para o primeiro e o segundo objeto melhores classificados. Além disso, O_2_A3_2C é de mídias *audio* e *text*.

Tabela C.18: Simulação da situação VIII - Classificação dos objetos no segundo estudo do assunto III para o curso “C9”.

Title	pos WN	WN value	pos Tot	Tot tot	Tech	pos Med
O_1_A3_2C	1	1,2	1	3	Rec.	1
O_2_A3_2C	2	2,4	1	3	Rec.	2
O_3_A3_2C	2	2,4	1	3	Rec.	3

No estudo do objeto O_2_A3_2C, Alberto obteve tempo de estudo = 1400 e desempenho = 3. Devido ao baixo desempenho, o estudante deve continuar a estudar o assunto III. Além disso, os estilos de aprendizagem sofreram nova modificação, como apresentado abaixo:

- *input* = *visual* (6);
- *understanding* = *global* (17);
- *processing* = *active* (6);
- *perception* = *intuitive* (17).

Na terceira simulação do estudo para o assunto III, considerando a Tabela C.19, foi selecionado o objeto O_3_A3_2C, ainda não estudado e terceiro melhor classificado pela norma ponderada. Esse objeto contém as mesmas características que o objeto anteriormente selecionado.

Na Tabela C.19, também, pode-se observar que:

- Os valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**) O_2_A3_2C e O_3_A3_2C são iguais e têm pouca distância em relação ao objeto melhor classificado, indicando que esses objetos também possuem razoável proximidade ao estilo de aprendizagem de Alberto.

- O critério votação (**Vot tot**) é composto por dois valores diferentes (3 e 1) e, além disso, o posicionamento por esse critério (**pos Tot**) coincide com a norma ponderada (**pos WN**).
- Todos os objetos da relação também são recomendados (**Tech**) para apresentar no dispositivo *Notebook* com 11,6 polegadas de tamanho de tela e tipo de teclado *laptop size*.
- Coincidência existe no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos Med**) em comparação à norma ponderada (**pos WN**) para o primeiro e o segundo objeto melhores classificados. O_3_A3_2C, objeto selecionado, é de mídias *video*, *audio*, *educative game*, *simulation*, *animation* e *text*.

Tabela C.19: Simulação da situação VIII - Classificação dos objetos no estudo pela terceira vez do assunto III para o curso “C9”.

Title	pos WN	WN value	pos Tot	Vot tot	Tech	pos Med
O_1_A3_2C	1	4,9	1	3	Rec.	1
O_2_A3_2C	2	5,3	2	1	Rec.	2
O_3_A3_2C	2	5,3	2	1	Rec.	3

Na simulação do estudo do objeto O_3_A3_2C, considerou-se o tempo de estudo = 1500 e o desempenho = 4, que fez com que o estilo de aprendizagem do Alberto fosse alterado para:

- *input* = *indifferent* (13);
- *understanding* = *indifferent* (9);
- *processing* = *indifferent* (13);
- *perception* = *indifferent* (9).

Também, como o desempenho foi ruim, o estudante deve continuar a estudar o assunto III. Nesse novo estudo, os objetos foram classificados segundo a norma ponderada, votação e tipos de mídias, como pode-se visualizar na Tabela C.20, e, novamente, foi selecionado o O_3_A3_2C. Como todos os objetos desse assunto já foram selecionados pelo simulador, conforme o algoritmo da Seção 5.4, seleciona-se aleatoriamente um da relação dos já selecionados.

Além disso, conforme Tabela C.20, observa-se que os valores **pos WN**, **WN Value**, **pos Tot**, **Vot tot** e **Tech** são iguais. Isso ocorre porque o estilo de

Tabela C.20: Simulação da situação VIII - Classificação dos objetos no quarto estudo do assunto III para o curso “C9”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_1_A3.2C	1	0	1	4	Rec.	1
O_2_A3.2C	1	0	1	4	Rec.	2
O_3_A3.2C	1	0	1	4	Rec.	3

aprendizagem de Alberto é *indifferent* em todas as dimensões do estilo de Alberto. Ainda, pode-se observar que a classificação desses objetos é realizada pela preferência das mídias (**pos Med**).

Nesse novo estudo do assunto III pelo objeto O_3_A3.2C, o estudante obteve desempenho = 8 e tempo de estudo = 1400, finalizando o estudo de Alberto no curso e ratificando o seu estilo de aprendizagem, como mostrado abaixo:

- *input* = *indifferent* (11);
- *understanding* = *indifferent* (11);
- *processing* = *indifferent* (11);
- *perception* = *indifferent* (11).

C.9 Situação de Estudo IX

C.9.1 Considerações

Nessa simulação, foram considerados:

- estudante: Ricardo da Silva Gomide;
- dispositivo no estudo: tipo = *notebook*, modelo = LU.SG608.002, tamanho da tela = 11,6 polegadas e tipo de teclado = *laptop size*;
- mídias preferidas: audio = 2, vídeo = 5, *text* = 3, simulação = 4, jogos educacionais = 2 e animação = 5;
- estilos de aprendizagem inicial: *input* = *visual* (4), *processing* = *reflexive* (18), *perception* = *sensorial* (4) e *understanding* = *global* (16);
- curso: C10, com carga horária de 15 h e três assuntos. Cada assunto, identificado pelo seu número, é composto pelos valores de desempenho, tempo de estudo e *keyword* iguais a:

- I. 7, 1500 e K1,K8;
 - II. 7, 1500 e K2,K7;
 - III. 7, 1500 e K3,K7.
- há um conjunto de três objetos no repositório para cada assunto do curso;
 - assuntos conhecidos pela estudante: não conhece nenhum;
 - tipos de adaptação selecionados para o curso: *learning styles*, *performance* e *pre-knowledge*. Vale observar que *technology* não foi habilitado;
 - critério de adaptação na seleção dos objetos de aprendizagem: norma ponderada;
 - registro prévio de estudo no curso com bom desempenho/tempo de estudo em todos os assuntos do curso. Os valores para o desempenho e o tempo de estudo do estudante em cada assunto, identificado pelo seu número, são:

- I. 7 e 1500;
- II. 7 e 1300;
- III. 7 e 1000.

Esses valores de registro prévio foram utilizados durante a simulação do estudo.

C.9.2 Estudo de Ricardo nos Assuntos do Curso C10

O aspecto principal dessa simulação está relacionado ao fato de que não se considera a tecnologia utilizada pelo estudante durante o estudo dos assuntos do curso. Assim, na simulação do estudo para o assunto I, os objetos foram classificados, considerando a norma ponderada, votação e tipos de mídia, sem avaliar a tecnologia do estudante, como apresentado na Tabela C.21. Nessa tabela, observa-se que o objeto melhor classificado e selecionado para estudo foi o O_2_A1_2C. Esse objeto possui a mídia *text*, é composto dos recursos *slide* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *medium*, densidade semântica *low* e dificuldade *easy*, relacionando-se aos estilos do estudante, como segue:

- *input = visual*: uma *slide* que não possui *figure*, normalmente é textual, assim, o objeto não contempla esse estilo;

- *understanding = global: slide* com tipo de interatividade *mixed* e nível *medium* indica que o objeto é relativamente interativo e como o estudante tem dificuldade no aprendizado linear, necessitando da visão de conjunto para poder compreender os detalhes, é possível construir o objeto com essas características;
- *processing = reflexive*: como o estudante prefere exame e manipulação mental da informação, o estudo individual e procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos, um objeto que favoreça esse estilo com o recurso *slide* é possível de ser construído; e
- *perception = sensorial*: como o objeto tem dificuldade *easy* e densidade semântica *low*, pode ser favorável ao estilo de quem é detalhista e não aprecia surpresas nem complicações.

Observando a Tabela C.21, também, pode-se verificar que:

- Todos os valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**) são diferentes, no entanto, os dois últimos objetos, apesar de terem valores diferentes, são bem próximos, indicando que seus valores têm, praticamente, a mesma proximidade do estilo de aprendizagem de Ricardo.
- O critério votação (**Vot tot**) é composto por todos os valores diferentes e com posicionamento coincidente (**pos** **Vot**) em relação a classificação pela norma ponderada (**pos** **WN**).
- Coincidência não há no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos** **Med**) em comparação à norma ponderada (**pos** **WN**) para nenhum dos objetos.

Tabela C.21: Simulação da situação IX - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C10”.

Title	pos WN	WN value	pos	Vot	Vot tot	pos Med
O_2_A1.2C	1	2,8	1		3	2
O_1_A1.2C	2	4,1	2		2	3
O_3_A1.2C	3	4,2	3		0	1

No estudo do objeto O_2_A1.2C, o estudante teve bom desempenho (7) e bom tempo de estudo (1500), reforçando os estilos de aprendizagem do estudante para:

- *input = visual* (5);

- *understanding* = *global* (17);
- *processing* = *reflexive* (17);
- *perception* = *sensorial* (5).

Além disso, mesmo que a tecnologia não tenha sido considerada, o objeto selecionado é recomendado para ser apresentado e utilizado no dispositivo de Ricardo.

Na simulação do estudo para o assunto II, após a classificação dos objetos (Tabela C.22), foi selecionado o objeto O_3_A2_2C. Esse objeto não seria recomendado para o dispositivo visto que necessita de um monitor de 12 polegadas para melhor visualização.

O objeto O_3_A2_2C tem as mídias *video*, *audio*, *educative game*, *simulation*, *animation* e *text*, é composto pelos recursos *simulation*, *figure*, *diagram*, *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *medium*, densidade semântica *medium* e dificuldade *easy*; e considerando as suas características e os estilos do estudante, observa-se:

- *input* = *visual*: como o objeto é composto de recursos variados, incluindo *figure* e *diagram*, é possível que favoreça o estilo do estudante;
- *understanding* = *global*: visto que o objeto tem tipo de interatividade *mixed* e nível *medium*, além disso, como o estudante, necessita da visão de conjunto para poder compreender os detalhes, é possível montar um objeto com essas características e recursos que contemple esse estilo de aprendizagem;
- *processing* = *reflexive*: nesse caso, os recursos do objeto são variados, sendo possível elaborá-lo, dependendo do assunto, para contemplar procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos; e
- *perception* = *sensorial*: como o objeto denota pouca dificuldade e densidade semântica média e o estudante não tem facilidade em trabalhar com situações complicadas e inovação é possível que o objeto corresponda ao estilo de Ricardo.

Na Tabela C.22, também, observa-se que:

- Todos os valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**) são diferentes, no entanto, os dois primeiros objetos, apesar de

terem valores diferentes, são próximos, indicando que seus valores têm, praticamente, a mesma proximidade do estilo de aprendizagem de Ricardo.

- O critério votação (**Vot tot**) é composto por dois valores diferentes (1 e 2) e nenhum posicionamento coincidente (**pos** **Vot**) em relação a classificação pela norma ponderada (**pos** **WN**). Se fosse utilizado esse critério, o objeto O_2_A2_2C seria o selecionado.
- Coincidência não existe no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos** **Med**) para os dois primeiros objetos, se comparado com a norma ponderada (**pos** **WN**).

Tabela C.22: Simulação da situação IX - Classificação dos objetos no estudo do assunto II para o curso “C10”.

Title	pos WN	WN value	pos	Vot	Vot tot	pos Med
O_3_A2_2C	1	3,294	2	1	2	
O_2_A2_2C	2	3,619	1	2	1	
O_1_A2_2C	3	5,050	2	1	3	

No estudo do objeto O_3_A2_2C, Ricardo teve bom desempenho (7) e bom tempo de estudo (1300), fazendo com que os estilos de aprendizagem não sofressem alteração.

A simulação do estudo para o assunto III, classificou os objetos, conforme Tabela C.23, e selecionou o objeto O_2_A3_2CO. Mesmo não considerando a tecnologia, esse objeto é recomendado para ser apresentado no dispositivo do estudante.

O objeto O_2_A3_2CO de mídias *audio* e *text*, contém os recursos *simulation*, *figure*, *diagram*, *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *expositive*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *medium* e dificuldade *medium*; e, pensando nessas características e nos estilos do estudante, observa-se que, similar ao O_3_A2_2C, o O_2_A3_2CO é um objeto que pode favorecer os estilos de aprendizagem de Ricardo.

Com base na Tabela C.23, também, verifica-se que:

- Os dois primeiros valores calculados para a norma ponderada (**WN Value**) dos objetos O_2_A3_2CO e O_3_A2_2C são iguais. O objeto O_2_A3_2CO é selecionado pela melhor classificação pelos tipos de mídia (**pos** **Med**).
- O critério votação (**Vot tot**) é composto por dois valores diferentes (1 e 3) e o posicionamento (**pos** **Vot**) coincidente para todos os objetos em relação à classificação pela norma ponderada (**pos** **WN**).

- Coincidência não há no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia para nenhum objeto, se comparado com a norma ponderada (**pos WN**).

Tabela C.23: Simulação da situação IX - Classificação dos objetos no estudo do assunto III para o curso “C10”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	pos Med
O_2_A3_2CO	1	4,111	1	3	2
O_3_A3_2CO	1	4,111	1	3	3
O_1_A3_2CO	2	4,796	2	1	1

Como na simulação do estudo do O_2_A3_2CO, foi considerado que o desempenho (7) e o tempo de estudo (1000) foram bons, os estilos de aprendizagem mantiveram-se os mesmos, retornando aos valores iniciais, e a simulação foi finalizada.

C.10 Situação de Estudo X

C.10.1 Considerações

Nessa simulação, foram considerados:

- estudante: Gabriel Vouga;
- dispositivo no estudo: tipo = *tablet*, modelo = NB013, tamanho da tela = 7 polegadas e tipo de teclado = *software keyboard*;
- mídias preferidas: audio = 5, vídeo = 1, *text* = 4, simulação = 1, jogos educacionais = 1 e animação = 1;
- estilos de aprendizagem inicial: *input* = *very verbal* (22), *processing* = *very reflexive* (22), *perception* = *indifferent* (9) e *understanding* = *very sequential* (0);
- curso: C10, com carga horária de 15 h e três assuntos. Cada assunto, identificado pelo seu número, é composto pelos valores de desempenho, tempo de estudo e *keyword* iguais a:
 - I. 7, 1500 e K1,K8;
 - II. 7, 1500 e K2,K7;
 - III. 7, 1500 e K3,K6.
- há um conjunto de três objetos no repositório para cada assunto do curso;

- assuntos conhecidos pela estudante: conhece o I;
- tipos de adaptação selecionados para o curso: *learning styles*, *performance* e *technology*. O *pre-knowledge* não foi habilitado, indicando que não deve considerar o assunto conhecido pelo estudante na simulação do seu estudo;
- critério de adaptação na seleção dos objetos de aprendizagem: norma ponderada;
- registro prévio de estudo no curso com tempo de estudo ruim no assunto II, mas bom desempenho e desempenho ruim e bom tempo de estudo no assunto III. Os valores para o desempenho e tempo de estudo do estudante em cada assunto, identificado pelo seu número, são:

I. 7 e 1500;

II. 7 e 2300;

III. 4 e 1300.

Esses valores de registro prévio foram utilizados durante a simulação do estudo. No entanto, como o valor do desempenho é ruim no assunto III, serão utilizados outros valores quando simulado um reestudo.

C.10.2 Estudo de Gabriel nos Assuntos do Curso C10

Nessa simulação, um ponto importante analisado é a ausência da adaptação pelos assuntos conhecidos. Assim, mesmo que o estudante conheça o assunto I, o simulador não considerará esse conhecimento prévio e solicitará o seu estudo.

Na simulação do estudo para o assunto I, os objetos selecionados foram classificados pela norma ponderada, votação e tipos de mídia, além de serem marcados como recomendados ou não pela tecnologia, conforme ilustra a Tabela C.24. Com base nessa tabela, verifica-se que o objeto selecionado foi o O.1_A1.2C, de mídias *audio* e *text*, contendo os recursos *figure*, *table*, *narrative text*, *questionnaire* e *exam*, tipo de interatividade *expositive*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *medium* e dificuldade *medium*; e considerando as suas características e os estilos do estudante, observa-se:

- *input = very verbal*: como o objeto é composto de *narrative text*, tem tipo de interatividade *expositive* e baixo nível de interatividade é provável que favoreça o estilo do estudante;

- *understanding = very sequential*: visto que o objeto tem tipo de interatividade *expositive*, nível *low* e o recurso *narrative text*, além disso, como o estudante prefere a forma sequencial, lógica e encadeada de apresentação do conhecimento, é possível montar um objeto com essas características e recursos que contemple esse estilo de aprendizagem;
- *processing = very reflexive*: nesse caso, os recursos do objeto são variados, sendo possível elaborá-lo, dependendo do assunto, para contemplar procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos; e
- *perception = indifferent*: nesse caso, a escolha não interfere no estilo de Gabriel.

Analisando detalhes da Tabela C.24, verifica-se que:

- Os valores calculados para a norma ponderada de todos os objetos (**WN Value**) são diferentes, apesar da distância dos valores entre esses objetos ser pequena. Isso indica que esses objetos possuem razoável proximidade ao estilo de aprendizagem de Gabriel.
- O critério votação (**Vot tot**) é composto por dois valores diferentes (3 e 2) e tem posicionamento coincidente (**pos** **Vot**) com o objeto melhor classificado pela norma ponderada (**pos** **WN**).
- Nenhum objeto da relação é recomendado (**Tech**) para apresentar no dispositivo *tablet* com 7 polegadas de tamanho de tela e tipo de teclado *software keyboard*.
- Coincidência existe no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos** **Med**) para o primeiro objeto da relação, se comparado com a norma ponderada (**pos** **WN**). O objeto tem a mídia *audio*, preferida do estudante.

Tabela C.24: Simulação da situação X - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C10”.

Title	pos WN	WN value	pos	Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_1_A1_2C	1	3,317	1	3	3	N.Rec.	1
O_3_A1_2C	2	3,536	2	2	2	N.Rec.	3
O_2_A1_2C	3	3,873	2	2	2	N.Rec.	2

No estudo do O_1_A1_2C, o estudante teve bom desempenho (7) e bom tempo de estudo (1500), reforçando seu estilo de aprendizagem, como segue:

- *input = very verbal* (20);
- *understanding = very sequential* (2);
- *processing = very reflexive* (20);
- *perception = indifferent* (11).

Na simulação do assunto II, tendo em vista a classificação dos objetos selecionados, conforme apresenta a Tabela C.25, foi obtido o objeto O_3_A2_2C, de mídias *video, audio, educative game, simulation, animation* e *text*, que contém os recursos *simulation, figure, diagram, narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *medium*, densidade semântica *medium* e dificuldade *easy*; e, considerando as suas características e os estilos do estudante, observa-se que:

- *input = very verbal*: o objeto é composto de recursos variados, incluindo *narrative text*, tipo de interatividade *mixed* e nível de interatividade *medium* é provável que favoreça o estilo do estudante;
- *understanding = very sequential*: como o estudante prefere a forma sequencial, lógica e encadeada de apresentação do conhecimento, além do objeto ter tipo de interatividade *mixed*, nível *medium* e o recurso *narrative text*, é possível montá-lo de tal forma que contemple esse estilo de aprendizagem;
- *processing = very reflexive*: dependendo do assunto, é possível elaborar um objeto para contemplar procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos com os recursos que ele possui; e
- *perception = indifferent*: nesse caso, a escolha não interfere no estilo de Gabriel.

Na Tabela C.25, também, observa-se que:

- Os valores calculados para a norma ponderada de todos os objetos (**WN Value**) são diferentes, no entanto, há proximidade dos valores para os dois primeiros objetos da relação. Isso indica que esses objetos possuem razoável proximidade ao estilo de aprendizagem de Gabriel.
- O critério votação (**Vot tot**) é composto por dois valores diferentes (0 e 2) e não tem valores coincidentes com nenhum objeto classificado pela norma ponderada (**pos WN**).

- Apenas o objeto O_1_A2_2C é recomendado (**Tech**) para ser apresentado adequadamente no dispositivo *tablet* com 7 polegadas de tamanho de tela e tipo de teclado *software keyboard*.
- Coincidência existe no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos Med**) para o último objeto da relação, se comparado com a norma ponderada (**pos WN**).

Tabela C.25: Simulação da situação X - Classificação dos objetos no estudo do assunto II para o curso “C10”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_3_A2_2C	1	5,296	2	0	N.Rec.	2
O_2_A2_2C	2	5,882	1	2	N.Rec.	1
O_1_A2_2C	3	6,671	1	2	Rec.	3

No estudo do objeto O_3_A2_2C, o estudante teve bom desempenho (7), mas tempo de estudo ruim (2300), fazendo com que o estilo de aprendizagem de Gabriel fosse alterado para:

- *input = verbal* (18);
- *understanding = sequential* (4);
- *processing = reflexive* (18);
- *perception = indifferent* (13).

Além disso, devido ao tempo de estudo ruim, o simulador oferece o objeto O_2_A2_2C, segundo melhor classificado e ainda não estudado, cuja classificação pode ser visualizada na Tabela C.26, como um reforço de estudo no assunto II. Esse objeto possui mídias *video* e *text*, contém os recursos *figure*, *graph*, *table*, *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *low* e dificuldade *very easy*. Desse modo, pensando nessas características e nos estilos do estudante, observa-se que:

- *input = verbal*: o objeto pode favorecer o estilo do estudante, pois é composto de recursos variados, incluindo *narrative text*, tipo de interatividade *mixed* e nível de interatividade *low*;
- *understanding = sequential*: é possível montá-lo de tal forma que contemple esse estilo de aprendizagem, visto que o estudante prefere a forma sequencial, lógica e encadeada de apresentação do conhecimento, e o objeto contém o recurso *narrative text*, tem tipo de interatividade *mixed* e nível *medium*;

- *processing = reflexive*: como o estudante prefere procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos, dependendo do assunto, é possível elaborar um objeto que contemple seu estilo; e
- *perception = indifferent*: nesse caso, a escolha não interfere no estilo de Gabriel.

Observando os detalhes da Tabela C.26, verifica-se que:

- Os valores calculados para a norma ponderada de todos os objetos (**WN Value**) são diferentes, no entanto, há proximidade nos valores para os três objetos da relação. Isso indica que esses objetos possuem razoável proximidade ao estilo de aprendizagem de Gabriel.
- O critério votação (**Vot tot**) é composto por três valores diferentes (1, 2 e 3) e tem uma inversão na classificação dos objetos (**pos** **Vot**), se comparado com a norma ponderada (**pos** **WN**).
- Apenas o objeto O.1_A2.2C, como discutido anteriormente, é recomendado (**Tech**) para ser apresentado adequadamente no dispositivo *Tablet* com 7 polegadas de tamanho de tela e tipo de teclado *software keyboard*.
- Coincidência há no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos** **Med**) somente para o último objeto da relação, se comparado com a norma ponderada (**pos** **WN**).

Tabela C.26: Simulação da situação X - Classificação dos objetos no reforço do estudo para o assunto II para o curso “C10”.

Title	pos WN	WN value	pos	Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O.3.A2.2C	1	4,98	3		1	N.Rec.	2
O.2.A2.2C	2	5,25	2		2	N.Rec.	1
O.1.A2.2C	3	5,57	1		3	Rec.	3

No simulação do estudo para o assunto III, os objetos selecionados foram classificados, conforme pode-se observar na Tabela C.27, e foi obtido o objeto O.1_A3.2C, melhor classificado. Esse objeto, de mídia *text*, é composto dos recursos *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *very high* e dificuldade *very difficulty*. Segundo as características desse objeto e os estilos do estudante, tem-se:

- *input = verbal*: que o objeto é composto de *narrative text*, com tipo de interatividade *mixed* e nível baixo de interatividade, esse objeto favorece esse estilo;

- *understanding = sequential*: como o O.1_A3.2C possui tipo de interatividade *mixed* e nível *low*, além disso, como o estudante prefere a forma sequencial, lógica e encadeada de apresentação do conhecimento, é provável que esse objeto corresponda a essa dimensão do estilo;
- *processing = reflexive*: com o recurso *narrative text*, tipo de interatividade *mixed* e nível *low*, é possível elaborar um objeto que favoreça o estudante que prefere procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos; e
- *perception = indifferent*: nesse caso, os valores não interferem na escolha.

Analisando detalhes da Tabela C.27, observa-se que:

- Os valores calculados para os dois últimos objetos (**WN Value**) são iguais, indicando que esses objetos igual proximidade ao estilo de aprendizagem de Gabriel.
- O critério votação (**Vot tot**) é composto por dois valores diferentes (2 e 3) e tem mesma classificação dos objetos (**pos Mot**), se comparado com a norma ponderada (**pos WN**).
- Nenhum objeto é recomendado (**Tech**) para ser apresentado adequadamente no dispositivo *tablet* com 7 polegadas de tamanho de tela e tipo de teclado *software keyboard*.
- O posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos Med**), torna possível se verificar que o objeto menos preferido é o melhor classificado pela norma ponderada (**pos WN**).

Tabela C.27: Simulação da situação X - Classificação dos objetos no primeiro estudo do assunto III para o curso “C10”.

Title	pos WN	WN value	pos Mot	Vot tot	Tech	pos Med
O.1_A3.2C	1	4,69	1	3	N.Rec.	3
O.2_A3.2C	2	5,20	2	2	N.Rec.	1
O.3_A3.2C	2	5,20	2	2	N.Rec.	2

No estudo do O.1_A3.2C, o estudante teve tempo de estudo bom (1400), mas desempenho ruim (4), fazendo com que seus estilos de aprendizagem fossem alterados para:

- *input = indifferent* (10);

- *understanding* = *indifferent* (12);
- *processing* = *indifferent* (10);
- *perception* = *intuitive* (15).

Além disso, com o mau desempenho, Gabriel deve reestudar o assunto III. Nessa nova simulação, os objetos selecionados foram classificados, conforme Tabela C.28, e foi selecionado o objeto O_2_A3_2C, segundo melhor classificado e ainda não estudado. Esse O_2_A3_2C, de mídias *audio* e *text*, é composto dos recursos *figure*, *table*, *narrative text*, *questionnaire*, *exam*, tipo de interatividade *expositive*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *medium* e dificuldade *medium*. Considerando as características desse objeto e os estilos do estudante, verifica-se que:

- *input* = *indifferent*, *understanding* = *indifferent* e *processing* = *indifferent*: nesse caso, para esses estilos, as características do objeto não interferem na sua escolha;
- *perception* = *intuitive*: como, nesse estilo, o estudante gosta de inovação e de complicações, é impaciente com detalhes/cálculos rotineiros e prefere criar seus próprios métodos de solução e o objeto contempla variados recursos, inclusive *narrative text*, tem tipo de interatividade *expositive*, nível de interatividade *low*, densidade semântica e dificuldade *medium*, é provável que favoreça esse estilo.

Nesse segundo estudo, baseando-se nos valores da Tabela C.28, avalia-se que ocorre alteração somente nos valores **WN Value** e **Vot tot**, mas a classificação e a recomendação para o dispositivo permanecem inalteradas.

Tabela C.28: Simulação da situação X - Classificação dos objetos no segundo estudo do assunto III para o curso “C10”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_1_A3_2C	1	2,45	1	4	N.Rec.	3
O_2_A3_2C	2	3,16	2	3	N.Rec.	1
O_3_A3_2C	2	3,16	2	3	N.Rec.	2

Na simulação do estudo para O_2_A3_2C, o estudante teve bom tempo de estudo = 1300, porém desempenho ruim e igual a 4, alterando os estilos de Gabriel para:

- *input* = *verbal* (15);

- *understanding* = *global* (15);
- *processing* = *reflexive* (15);
- *perception* = *indifferent* (11).

Novamente, como o desempenho foi ruim no assunto III, o estudante deve reestudar esse assunto. Na nova simulação, os objetos selecionados foram classificados, conforme Tabela C.29, e foi selecionado o objeto O_3_A3_2C, terceiro classificado e ainda não estudado. Esse objeto contém as mesmas características que o objeto anteriormente selecionado.

No terceiro estudo do assunto III, observando os valores da Tabela C.29, avalia-se que ocorre alteração somente nos valores **WN Value** e **Vot tot**, no entanto, a classificação e a recomendação para o dispositivo também permanecem inalteradas.

Tabela C.29: Simulação da situação X - Classificação dos objetos no terceiro estudo do assunto III para o curso “C10”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_1_A3_2C	1	5,29	1	3	N.Rec.	3
O_2_A3_2C	2	6,08	2	1	N.Rec.	1
O_3_A3_2C	2	6,08	2	1	N.Rec.	2

No estudo do objeto O_3_A3_2C, o desempenho = 9 e o tempo de estudo = 1400, considerados bons, fizeram com que os valores dos estilos do estudante fossem, sensivelmente, alterados para:

- *input* = *indifferent* (13);
- *understanding* = *indifferent* (13);
- *processing* = *indifferent* (13);
- *perception* = *indifferent* (11).

Devido a esses bons valores de desempenho, o estudante finaliza o estudo no curso C10 e a simulação termina.

C.11 Situação de Estudo XI

C.11.1 Considerações

Nessa simulação, foram considerados:

- estudante: Ricardo Oliveira;
- dispositivo no estudo: tipo = *notebook*, modelo = LU.SG608.002, tamanho da tela = 11,6 polegadas e tipo de teclado = *laptop size*;
- mídias preferidas: audio = 1, vídeo = 3, *text* = 1, simulação = 5, jogos educacionais = 5 e animação = 5;
- estilos de aprendizagem inicial: *input* = *very verbal* (22), *processing* = *very reflexive* (20), *perception* = *sensorial* (5) e *understanding* = *sequential* (4);
- curso: C9, com carga horária de 15 h e três assuntos. Cada assunto, identificado pelo seu número, é composto pelos valores de desempenho, tempo de estudo e *keyword* iguais a:

I. 7, 1500 e K1,K8;

II. 7, 1500 e K2,K7;

III. 7, 1500 e K3,K6.

- há um conjunto de três objetos no repositório para cada assunto do curso;
- assuntos conhecidos pela estudante: não conhece nenhum;
- tipos de adaptação selecionados para o curso: *learning styles*, *pre-knowledge* e *technology*. A *performance* não foi habilitada, portanto, mesmo que o estudante tenha desempenho inferior ao previsto ou tempo de estudo superior ao esperado, na simulação do seu estudo em qualquer assunto do curso, o simulador prosseguirá para o próximo assunto do curso ainda não estudado;
- critério de adaptação na seleção dos objetos de aprendizagem: norma ponderada;
- registro prévio de estudo no curso com desempenho ruim e tempo de estudo bom no assunto I, tempo de estudo ruim no assunto II, mas bom desempenho e desempenho ruim e bom tempo de estudo no assunto III. Os valores para o desempenho e tempo de estudo do estudante em cada assunto, identificado pelo seu número, são:

I. 4 e 1500;

II. 8 e 3000;

III. 3 e 1500.

Esses valores de registro prévio foram utilizados durante a simulação do estudo.

C.11.2 Estudo de Ricardo nos Assuntos do Curso C9

Na simulação do estudo de Ricardo, foi desconsiderada a adaptação relativa à *performance*. Isso indica que, mesmo que Ricardo tenha desempenho e/ou tempo de estudo ruim em algum assunto do curso, continuará o estudo nos próximos assuntos sem um reestudo ou oferecimento de reforço.

Ao iniciar a simulação do estudo de Ricardo, os objetos selecionados são classificados pela norma ponderada, votação, tipos de mídia e tecnologia, conforme Tabela C.30, e o melhor classificado e selecionado é o objeto O_1_A1_2C, de mídias *audio* e *text*, que possui os recursos *figure*, *table*, *narrative text*, *questionnaire*, *exam*, tipo de interatividade *expositive*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *medium* e dificuldade *medium*. Considerando as características desse objeto e os estilos do estudante, verifica-se que:

- *input = very verbal*: como o objeto apresenta *narrative text* com tipo de interatividade *expositive* e baixo nível de interatividade, e o estudante recebe melhor a palavra falada ou escrita, o objeto selecionado contempla essa dimensão do estilo;
- *understanding = sequential*: pelo fato do objeto apresentar *narrative text* com baixo nível de interatividade e tipo de interatividade *expositive*, provavelmente, tem formato sequencial, lógico e encadeado na apresentação do conhecimento, contemplando esse estilo;
- *processing = very reflexive*: como o estudante prefere o estudo individual e procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos e o objeto é composto de *narrative text* com tipo de interatividade *expositive*, baixo nível de interatividade, densidade semântica e dificuldade média, é provável que o objeto favoreça esse estilo; e
- *perception = sensorial*: como o objeto possui dificuldade e densidade semântica média, além de que, o estudante que tem esse estilo memoriza com facilidade, não aprecia surpresas nem complicações, então, é possível construir um objeto que satisfaça essa preferência.

Com base na discussão anterior e na Tabela C.30, observa-se que o objeto selecionado é próximo do estilo de aprendizagem de Ricardo. Além disso, pode-se verificar que:

Tabela C.30: Simulação da situação XI - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C9”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_1_A1_2C	1	3,32	1	3	Rec.	2
O_2_A1_2C	2	3,74	1	3	N.Rec.	3
O_3_A1_2C	3	3,81	2	1	N.Rec.	1

- Todos os valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**), mesmo que diferentes, são próximos, indicando que apesar do objeto O_1_A1_2C ser melhor classificado, os outros não são tão distantes do estilo de aprendizagem de Ricardo.
- O critério votação (**Vot tot**) é composto por dois valores diferentes (1 e 2) e com posicionamento coincidente (**pos Vot**) em relação ao primeiro objeto melhor classificação pela norma ponderada (**pos WN**).
- O primeiro objeto da relação é recomendado (**Tech**) para apresentar no dispositivo *notebook* com 11,6 polegadas de tamanho de tela e tipo de teclado *laptop size*.
- Coincidência não há no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos Med**) em comparação à norma ponderada (**pos WN**) para nenhum dos objetos.

No estudo do objeto O_1_A1_2C, Ricardo obteve o tempo de estudo = 1500 e desempenho = 4. Se a adaptação pela *performance* não estivesse desabilitada, devido ao baixa desempenho, o estudante deveria continuar a estudar o assunto I, porém Ricardo avança para o próximo assunto do curso. Além disso, os estilos de aprendizagem sofreram modificação, como apresentado abaixo:

- *input* = *indifferent* (13);
- *understanding* = *indifferent* (13);
- *processing* = *indifferent* (13);
- *perception* = *indifferent* (13).

Na continuação da simulação, o simulador classifica os objetos selecionados pelo novo estilo de Ricardo, conforme Tabela C.31, e escolhe o objeto O_1_A2_2C.

Como os estilos, em todas as dimensões do modelo FSLSM, são *indifferent*, não há influência do critério norma ponderada (**WN value**) e votação (**Vot tot**)

para a seleção do objeto O_1_A2_2C, de mídia *text*. Assim, a sua escolha é definida pelos aspectos tecnológicos, como se observa pela recomendação de apresentação no dispositivo. Outro aspecto observado na Tabela C.31 é a classificação pelos tipos de mídias (**pos Med**), cujo objeto selecionado coincide com a classificação pelos aspectos tecnológicos.

Tabela C.31: Simulação da situação XI - Classificação dos objetos no estudo do assunto II para o curso “C9”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_1_A2_2C	1	0	1	4	Rec.	1
O_2_A2_2C	1	0	1	4	N.Rec.	3
O_3_A2_2C	1	0	1	4	N.Rec.	2

No estudo do objeto O_1_A2_2C, o estudante teve bom desempenho (8) e tempo de estudo ruim (3000), indicando que Ricardo receberia reforço de estudo no assunto II, caso a adaptação pela *performance* estivesse habilitada. Mesmo assim, o tempo de estudo ruim contribui para uma alteração nos estilos de aprendizagem do estudante, conforme apresentado abaixo:

- *input = verbal* (17);
- *understanding = global* (17);
- *processing = reflexive* (17);
- *perception = intuitive* (17).

Na simulação do estudo do assunto III, os objetos selecionados foram classificados, como pode ser observado na Tabela C.32, e o objeto O_1_A3_2C, melhor classificado e de mídia *text*, foi escolhido. Considerando os recursos desse objeto *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *very high* e dificuldade *very difficulty* e os estilos de aprendizagem do estudante, tem-se:

- *input = verbal*: O_1_A3_2C possui *narrative text* com tipo de interatividade *mixed* e baixo nível de interatividade, e o estudante recebe melhor a palavra falada ou escrita, dessa forma, é possível que o objeto selecionado contemple essa dimensão do estilo;
- *understanding = global*: como o objeto possui o recurso *narrative text*, tipo de interatividade *expositive* e nível *low*; além disso, como o estudante tem dificuldade no aprendizado linear, necessitando da visão de conjunto para

poder compreender os detalhes, é possível que esse objeto não corresponda a essa dimensão do estilo;

- *processing = reflexive*: como o estudante prefere o estudo individual e procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos e o objeto é composto de *narrative text* com tipo de interatividade *mixed*, baixo nível de interatividade, densidade semântica muito alta e muita dificuldade, é provável que o objeto favoreça esse estilo; e
- *perception = intuitive*: como o objeto possui uma dificuldade e densidade semântica muito alta pode ser favorável ao estilo de quem prefere trabalhar com complicações e inovação.

Analisando os outros dados da Tabela C.32, observa-se que:

- Os valores calculados para a norma ponderada (**WN Value**) dos objetos O_2_A3_2C e O_3_A3_2C são iguais, e a distância desses objetos em relação ao objeto melhor classificado não é muito grande, indicando que esses objetos possuem razoável proximidade ao estilo de aprendizagem de Ricardo.
- O critério votação (**Vot tot**) é composto por dois valores diferentes (3 e 1) e tem posicionamento coincidente (**pos** **Vot**) com o objeto melhor classificado pela norma ponderada (**pos** **WN**). Além disso, verifica-se que o objeto O_1_A3_2C, com o **Vot tot** = 3, é o melhor em relação a três estilos individuais de Ricardo.
- Todos os objetos da relação são recomendados (**Tech**) para apresentar no dispositivo *notebook* com 11,6 polegadas de tamanho de tela e tipo de teclado *laptop size*.
- Coincidência há no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos** **Med**) em comparação à norma ponderada (**pos** **WN**) para todos os objetos.

Tabela C.32: Simulação da situação XI - Classificação dos objetos no estudo do assunto III para o curso “C9”.

Title	pos WN	WN value	pos	Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_1_A3_2C	1	3,39	1		3	Rec.	1
O_2_A3_2C	2	4,87	2		1	Rec.	2
O_3_A3_2C	2	4,87	2		1	Rec.	3

No estudo do objeto O_1_A3_2C, Ricardo teve um bom tempo de estudo = 1500 e um desempenho = 3 ruim. Isso faz com que seus estilos de aprendizagem sejam alterados, conforme indicado abaixo:

- *input* = *visual* (5);
- *understanding* = *sequential* (5);
- *processing* = *active* (5);
- *perception* = *sensorial* (5).

Devido ao desempenho ruim de Ricardo no assunto III, se a adaptação pela *performance* não estivesse desabilitada Ricardo deveria reestudar esse assunto, mas como isso não ocorre, o simulador finaliza o estudo no curso.

C.12 Situação de Estudo XII

C.12.1 Considerações

Nessa simulação, foram considerados:

- estudante: Marcos Saberes;
- dispositivo no estudo: tipo = *notebook*, modelo = LU.SG608.002, tamanho da tela = 11,6 polegadas e tipo de teclado = *laptop size*;
- mídias preferidas: audio = 4, vídeo = 2, *text* = 5, simulação = 3, jogos educacionais = 3 e animação = 2;
- estilos de aprendizagem inicial: *input* = *verbal* (18), *processing* = *very active* (2) , *perception* = *sensorial* (6) e *understanding* = *sequential* (4);
- curso: C9, com carga horária de 15 h e três assuntos. Cada assunto, identificado pelo seu número, é composto pelos valores de desempenho, tempo de estudo e *keyword* iguais a:
 - I. 7, 1500 e K1,K8;
 - II. 7, 1500 e K2,K7;
 - III. 7, 1500 e K3,K6.
- há um conjunto de três objetos no repositório para cada assunto do curso;

- assuntos conhecidos pela estudante: conhece o I;
- tipos de adaptação selecionados para o curso: *performance*, *pre-knowledge* e *technology*. No entanto, o *learning styles* não foi habilitado. Assim, não serão considerados os valores das normas associados aos estilos de aprendizagem durante a seleção do melhor objeto de aprendizagem para o estudante;
- critério de adaptação na seleção dos objetos de aprendizagem: norma ponderada;
- registro prévio de estudo no curso com tempo de estudo ruim no assunto II, mas bom desempenho e desempenho ruim e bom tempo de estudo no assunto III. Os valores para o desempenho e tempo de estudo do estudante em cada assunto, identificado pelo seu número, são:

I. 7 e 1500;

II. 8 e 2400;

III. 4 e 1500.

Esses valores de registro prévio foram utilizados durante a simulação do estudo. No entanto, como o valor de desempenho é ruim no assunto III, serão utilizados outros novos valores quando simulado um reestudo.

C.12.2 Estudo de Marcos nos Assuntos do Curso C9

Na simulação do estudo de Marcos para o curso C9, a adaptação relativa aos estilos de aprendizagem não serão considerados. Assim, a classificação e seleção do melhor objeto somente levará em consideração a recomendação ou não no dispositivo de estudo e os tipos de mídias.

O estudo de Marcos inicia pelo assunto II, conforme informação prévia, o estudante já conhece o assunto I.

No estudo do assunto II, os objetos selecionados foram classificados pela tecnologia e pelos tipos de mídia, conforme pode ser visualizado na Tabela C.33, sendo selecionado o objeto O_1_A2_2C, recomendado para ser apresentado no dispositivo de Marcos e melhor classificado pelos tipos de mídia.

O objeto O_1_A2_2C de mídias *simulation*, *educative game* e *text*, possui os recursos *simulation* e *exam*, tipo de interatividade *active*, nível de interatividade *very high*, densidade semântica *high* e dificuldade *medium*. Apesar de não ter

sido habilitada a adaptação pelos estilos de aprendizagem, analisando os recursos do objeto selecionado e os estilos de aprendizagem de Marcos, observa-se que:

- *input = verbal*: uma simulação com nível de interatividade muito alta, dificilmente contemplará esse estilo;
- *understanding = sequential: simulation*, com tipo de interatividade *active* e nível *very high* indica que o objeto é bastante interativo e, como o estudante prefere a forma sequencial, lógica e encadeada de apresentação do conhecimento, não é provável que se construa uma simulação com essas características;
- *processing = very active*: com *simulation* pode-se construir objetos experimentais. Como esse estilo favorece quem prefere trabalhar em experimentos, o objeto pode ser compatível ao seu estilo; e
- *perception = sensorial*: como o objeto possui uma dificuldade média e densidade semântica alta, pode não ser favorável ao estilo de quem não aprecia surpresas nem complicações.

Tabela C.33: Simulação da situação XII - Classificação dos objetos no estudo do assunto II para o curso “C9”.

Title	Tech	pos Med
O_1_A2_2C	Rec.	1
O_2_A2_2C	N.Rec.	2
O_3_A2_2C	N.Rec.	3

Ao estudar o objeto O_1_A2_2C, Marcos teve um bom desempenho = 8 e tempo de estudo ruim e igual a 2400. Nessa situação, o estudante avança para o próximo assunto, mas o simulador fornece o objeto O_2_A2_2C, segundo melhor classificado da Tabela C.33, como reforço no estudo do assunto II. Esse objeto é composto dos recursos *figure*, *graph*, *table*, *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *low* e dificuldade *very easy*. Desse modo, pensando nessas características e nos estilos do estudante, observa-se que:

- *input = verbal*: é provável que o objeto favoreça o estilo do estudante, pois é composto de recursos variados, incluindo *narrative text*, tipo de interatividade *mixed* e nível de interatividade *low*;

- *understanding = sequential*: é possível montá-lo de tal forma que contemple esse estilo de aprendizagem, visto que o estudante prefere a forma sequencial, lógica e encadeada de apresentação do conhecimento, e o objeto contém o recurso *narrative text*, tem tipo de interatividade *mixed* e nível *medium*;
- *processing = reflexive*: como o estudante prefere procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos, dependendo do assunto, é possível elaborar um objeto contendo esses recursos que contemple seu estilo; e
- *perception = sensorial*: o objeto possui baixa dificuldade e baixa densidade semântica, então pode ser favorável ao estilo de quem não aprecia surpresas nem complicações.

No estudo do assunto III, o simulador seleciona os objetos e os classifica pela tecnologia e pelos tipos de mídias, como apresentado na Tabela C.34, e escolhe o objeto O_1_A3_2C, melhor classificado pelos dois critérios e de mídia *text*. Esse objeto é composto dos recursos *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *very high* e dificuldade *very difficulty*. Por meio das características desse objeto e dos estilos do estudante, tem-se que:

- *input = verbal*: que o objeto é composto de *narrative text*, com tipo de interatividade *mixed* e nível baixo de interatividade, então, provavelmente, o objeto favorece esse estilo;
- *understanding = sequential*: como o O_1_A3_2C possui tipo de interatividade *mixed* e nível *low*, além disso, como o estudante prefere a forma sequencial, lógica e encadeada de apresentação do conhecimento, é provável que esse objeto corresponda a essa dimensão do estilo;
- *processing = reflexive*: com o recurso *narrative text*, tipo de interatividade *mixed* e nível *low* é possível elaborar um objeto que favoreça o estudante que prefere procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos; e
- *perception = sensorial*: como o objeto possui uma dificuldade e densidade semântica muito alta, pode não ser favorável ao estilo de quem não aprecia surpresas nem complicações.

Tabela C.34: Simulação da situação XII - Classificação dos objetos no estudo do assunto III para o curso “C9”.

Title	Tech	pos Med
O_1_A3_2C	Rec.	1
O_2_A3_2C	Rec.	2
O_3_A3_2C	Rec.	3

Ao estudar o objeto O_1_A3_2C, Marcos tem um bom tempo de estudo = 1500 e um péssimo desempenho igual a 4, fazendo com que o simulador solicite o reestudo no assunto III. Nesse reestudo, o simulador seleciona o objeto O_2_A3_2C, ainda não estudado e segundo melhor classificado da Tabela C.34.

O objeto O_2_A3_2C tem mídias *audio* e *text*, possui os recursos *figure*, *table*, *narrative text*, *questionnaire*, *exam*, tipo de interatividade *expositive*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *medium* e dificuldade *medium*. Considerando as características desse objeto e os estilos do estudante, verifica-se que:

- *input = verbal*: como o objeto é composto de *narrative text*, com tipo de interatividade *expositive* e nível baixo de interatividade, esse objeto favorece esse estilo;
- *understanding = sequential*: nesse estilo, o estudante prefere a forma sequencial, lógica e encadeada de apresentação do conhecimento e como o objeto tem baixo nível de interatividade, é expositivo e possui *narrative text*, é provável que favoreça esse estilo;
- *processing = reflexive*: O_2_A3_2C tem o recurso *narrative text*, tipo de interatividade *expositive* e nível *low*, é possível elaborar um objeto que favoreça o estudante que prefere procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos; e
- *perception = sensorial*: como nesse estilo, o estudante é detalhista e paciente, memoriza com facilidade, não aprecia surpresas nem complicações e o objeto contempla variados recursos, inclusive *narrative text*, com tipo de interatividade *expositive*, nível de interatividade *low*, densidade semântica e dificuldade *medium*, é possível que esse objeto não contemple esse estilo.

No reestudo do assunto III, Marcos obteve bom desempenho (8) e bom tempo de estudo (1400), finalizando o estudo no curso e terminando a simulação.

C.13 Situação de Estudo XIII

C.13.1 Considerações

Nessa simulação, foram considerados:

- estudante: Jonas Bloch;
- dispositivo no estudo: tipo = *tablet*, modelo = NB013, tamanho da tela = 7 polegadas e tipo de teclado = *software keyboard*;
- mídias preferidas: audio = 1, vídeo = 5, *text* = 1, simulação = 3, jogos educacionais = 3 e animação = 5;
- estilos de aprendizagem inicial: *input* = *very visual* (0), *processing* = *reflexive* (18) , *perception* = *intuitive* (16) e *understanding* = *very sequential* (1);
- curso: C9, com carga horária de 15 h e três assuntos. Cada assunto, identificado pelo seu número, é composto pelos valores de desempenho, tempo de estudo e *keyword* iguais a:
 - I. 7, 1500 e K1,K8;
 - II. 7, 1500 e K2,K7;
 - III. 7, 1500 e K3,K6.
- há um conjunto de três objetos no repositório para cada assunto do curso;
- assuntos conhecidos pela estudante: não conhece nenhum;
- tipos de adaptação selecionados para o curso: *learning styles* e *pre-knowledge*, mas *technology* e *performance* não são habilitadas;
- critério de adaptação na seleção dos objetos de aprendizagem: norma ponderada;
- registro prévio de estudo no curso com tempo de estudo ruim no assunto II, mas bom desempenho e desempenho ruim e bom tempo de estudo no assunto III. Os valores para o desempenho e tempo de estudo do estudante em cada assunto, identificado pelo seu número, são:
 - I. 7 e 1500;
 - II. 7 e 2400;

III. 3 e 1500.

Esses valores de registro prévio foram utilizados durante a simulação do estudo.

C.13.2 Estudo de Jonas nos Assuntos do Curso C9

Nessa simulação de estudo, como a adaptação pela *performance* não foi habilitada, os resultados ruins no tempo de estudo e desempenho do estudante em qualquer assunto do curso não interfere no seu percurso. Além disso, como a adaptação pela tecnologia também não está habilitada, não é verificado se o objeto selecionado é ou não recomendado para ser utilizado em determinado dispositivo.

No estudo do assunto I, os objetos foram selecionados e classificados pela norma ponderada, votação e preferência nos tipos de mídias, como apresentado na Tabela C.35, e foi selecionado o objeto O_1_A1_2C, melhor classificado pela norma ponderada e de mídias *audio* e *text*. Esse objeto possui os recursos *figure*, *table*, *narrative text*, *questionnaire* e *exam*, tipo de interatividade *expositive*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *medium* e dificuldade *medium*. Então, considerando as características de O_1_A1_2C e os estilos do estudante, observa-se:

- *input = very visual*: como o objeto inclui o recurso *figure*, tem tipo de interatividade *expositive*, é possível que favoreça o estilo do estudante;
- *understanding = very sequential*: visto que o objeto tem tipo de interatividade *expositive*, nível *low* e o recurso *narrative text*, além disso, como o estudante prefere a forma sequencial, lógica e encadeada de apresentação do conhecimento, é possível montar um objeto, com essas características e recursos, que contemple esse estilo de aprendizagem;
- *processing = reflexive*: nesse caso, os recursos do objeto são variados, sendo possível elaborá-lo, dependendo do assunto, para contemplar procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos; e
- *perception = intuitive*: como o estudante gosta de inovação e de complicações, é impaciente com detalhes e cálculos rotineiros e o objeto tem dificuldade e densidade semântica *medium*, é possível que contemple esse estilo.

Baseando-se nos valores da Tabela C.35, ainda, verifica-se que:

- Os valores calculados para a norma ponderada de todos os objetos (**WN Value**) são diferentes, apesar da distância dos valores entre esses objetos ser pequena. Isso indica que esses objetos possuem razoável proximidade ao estilo de aprendizagem de Jonas.
- O critério votação (**Vot tot**) é composto por dois valores diferentes (1 e 2) e não tem posicionamento coincidente (**pos** **Vot**) com o objeto melhor classificado pela norma ponderada (**pos** **WN**).
- Coincidência há no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos** **Med**) para o último objeto da relação, se comparado com a norma ponderada (**pos** **WN**). Também, o objeto melhor classificado por **pos** **Med** é o O_3_A1_2C contendo as mídias *video* e *text*.

Tabela C.35: Simulação da situação XIII - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C9”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	pos Med
O_1_A1_2C	1	3,08	1	2	2
O_3_A1_2C	2	3,29	2	1	1
O_2_A1_2C	3	3,48	1	2	3

Ao estudar O_1_A1_2C, Jonas obteve bons resultados de desempenho(7) e tempo de estudo (1500), reforçando o seu estilo de aprendizagem para os valores:

- *input* = *very visual* (2);
- *understanding* = *very sequential* (2);
- *processing* = *reflexive* (17);
- *perception* = *intuitive* (17).

No estudo do assunto II, o objeto melhor classificado pela norma ponderada, conforme Tabela C.36, foi o O_3_A2_2C, contendo os recursos *simulation*, *figure*, *diagram*, *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *medium*, densidade semântica *medium* e dificuldade *easy*. Então, considerando as características de O_3_A2_2C e os estilos do estudante, observa-se que:

- *input* = *very visual*: o objeto é composto de recursos variados, incluindo *figure*, tipo de interatividade *mixed* e nível de interatividade *medium*, sendo provável que favoreça o estilo do estudante;

- *understanding = very sequential*: como o estudante prefere a forma sequencial, lógica e encadeada de apresentação do conhecimento, além do objeto ter tipo de interatividade *mixed*, nível *medium* e o recurso *narrative text*, é possível montá-lo, de tal forma que contemple esse estilo de aprendizagem;
- *processing = reflexive*: dependendo do assunto, é possível elaborar um objeto para contemplar procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos com os recursos que ele possui; e
- *perception = intuitive*: o objeto O_3_A2_2C tem dificuldade *easy* e densidade semântica *medium*, como o estudante gosta de inovação e de complicações, é impaciente com detalhes e cálculos rotineiros, é possível que o objeto não contemple esse estilo.

Na Tabela C.36, observa-se também que:

- Os valores calculados para a norma ponderada de todos os objetos (**WN Value**) são diferentes, no entanto, há proximidade dos valores para os dois primeiros objetos da relação. Isso indica que esses objetos possuem razoável proximidade ao estilo de aprendizagem de Jonas.
- O critério votação (**Vot tot**) é composto por dois valores diferentes (0 e 2) e não tem valores coincidentes com nenhum objeto classificado pela norma ponderada (**pos WN**).
- Coincidência há no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos Med**) para todos os objetos da relação, se comparado com a norma ponderada (**pos WN**). Além disso, o objeto O_3_A2_2C, melhor classificado pela norma ponderada (**pos WN**), é composto das mídias *video*, *audio*, *educative game*, *simulation*, *animation* e *text*.

Tabela C.36: Simulação da situação XIII - Classificação dos objetos no estudo do assunto II para o curso “C9”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	pos Med
O_3_A2_2C	1	3,55	2	0	1
O_2_A2_2C	2	3,78	1	2	2
O_1_A2_2C	3	5,66	1	2	3

No estudo do objeto O_3_A2_2C, o estudante obteve bom desempenho (7) e ruim tempo de estudo (2400), alterando o estudo de aprendizagem de Jonas para:

- *input = visual* (4);

- *understanding = sequential* (4);
- *processing = indifferent* (13);
- *perception = indifferent* (13).

Apesar de Jonas ter tido um tempo de estudo ruim, como a adaptação pela *performance* não está habilitada, o estudante não recebe reforço do assunto II e prossegue no curso.

No estudo do assunto III, o simulador classificou os objetos pela norma ponderada, votação e tipos de mídias, como apresentado na Tabela C.37, e selecionou o O_2_A3_2C, melhor classificado pela norma ponderada. Esse objeto possui os recursos *figure*, *table*, *narrative text*, *questionnaire*, *exam*, tipo de interatividade *expositive*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *medium* e dificuldade *medium*. Considerando as características do O_2_A3_2C e os estilos do estudante, verifica-se que:

- *input = visual*: o objeto contém o recurso *figure*, indicando que pode ser elaborado para contemplar esse estilo;
- *understanding = sequential*: devido ao tipo de interatividade *expositive*, nível de interatividade *low* e o recurso *narrative text*, o objeto pode ser montado para contemplar esse estilo;
- *processing = indifferent* e *perception = indifferent*: nesse caso, para esses estilos, as características do objeto não interferem na sua escolha.

Analisando os outros valores da Tabela C.37, observa-se que:

- Os valores calculados para a norma ponderada dos dois primeiros objetos (**WN Value**) são iguais, indicando que esses objetos teriam o mesmo peso para o estilo de aprendizagem de Jonas, como desempate foi utilizada a classificação pelas preferências dos tipos de mídias (**pos Med**).
- O critério votação (**Vot tot**) é composto por dois valores diferentes (4 e 3) e tem posicionamento coincidente (**pos Tot**) com todos os objetos classificados pela norma ponderada (**pos WN**).
- A preferência nos tipos de mídia (**pos Med**) foi utilizada como critério de desempate, envolvendo os dois primeiros objetos classificados pela norma ponderada (**pos WN**). Além disso, o objeto selecionado O_2_A3_2C contém as mídias *audio* e *text*.

Tabela C.37: Simulação da situação XIII - Classificação dos objetos no estudo do assunto III para o curso “C9”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	pos Med
O_2_A3.2C	1	2,19	2	4	1
O_3_A3.2C	1	2,19	1	4	2
O_1_A3.2C	2	3,08	2	3	3

No estudo do objeto O_2_A3.2C, Jonas obteve bom tempo de estudo (1500), mas péssimo desempenho (3). Esse fato fez seu estilo mudar para:

- *input* = *verbal* (17);
- *understanding* = *global* (17);
- *processing* = *reflexive* (17);
- *perception* = *intuitive* (17).

Apesar de um mau desempenho no estudo do assunto III, como a adaptação pela *performance* está desabilitada, o simulador finaliza.

C.14 Situação de Estudo XIV

C.14.1 Considerações

Nessa simulação, foram considerados:

- estudante: Mariana;
- dispositivo no estudo: tipo = *tablet*, modelo = NB013, tamanho da tela = 7 polegadas e tipo de teclado = *software keyboard*;
- mídias preferidas: audio = 5, vídeo = 2, *text* = 5, simulação = 3, jogos educacionais = 3 e animação = 2;
- estilos de aprendizagem inicial: *input* = *very verbal* (21), *processing* = *reflexive* (20), *perception* = *indifferent* (14) e *understanding* = *very sequential* (0);
- curso: C9, com carga horária de 15 h e três assuntos. Cada assunto, identificado pelo seu número, é composto pelos valores de desempenho, tempo de estudo e *keyword* iguais a:

- I. 7, 1500 e K1,K8;

II. 7, 1500 e K2,K7;

III. 7, 1500 e K3,K6.

- há um conjunto de três objetos no repositório para cada assunto do curso;
- assuntos conhecidos pela estudante: não conhece nenhum;
- tipos de adaptação selecionados para o curso: *pre-knowledge* e *technology*, mas *learning styles* e *performance* não são habilitadas;
- critério de adaptação na seleção dos objetos de aprendizagem: norma ponderada;
- registro prévio de estudo no curso com tempo de estudo ruim no assunto II, mas bom desempenho e desempenho ruim e bom tempo de estudo no assunto III. Os valores para o desempenho e tempo de estudo do estudante em cada assunto, identificado pelo seu número, são:

I. 7 e 1500;

II. 7 e 2400;

III. 3 e 1500.

Esses valores de registro prévio foram utilizados durante a simulação do estudo.

C.14.2 Estudo de Mariana nos Assuntos do Curso C9

No estudo do curso C9 por Mariana, foram desabilitadas as adaptações *learning styles* e *performance*, assim, o simulador considera os conhecimentos adquiridos, a tecnologia e a preferência pelos tipos de mídia no momento em que realiza a simulação do estudo.

No estudo do assunto I, o simulador classificou os objetos pela tecnologia e pelos tipos de mídias, conforme Tabela C.38, e selecionou o objeto O_2_A1_2C, segundo melhor classificado pelas mídias e único recomendado para ser exibido no *tablet* com tamanho da tela = 7 polegadas e tipo de teclado = *software keyboard*. O_2_A1_2C possui somente a mídia *text*.

Nesse estudo, o simulador não considera os estilos de aprendizagem para selecionar o objeto, mesmo assim, realizando uma análise do objeto O_2_A1_2C, que possui os recursos *slide* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *medium*, densidade semântica *low* e dificuldade *easy*, com os estilos de aprendizagem de Mariana, observa-se:

- *input = visual*: provavelmente, o objeto não é compatível com o estilo de aprendizagem de Mariana, visto que apresenta somente o recurso *slide*, com nível de interatividade *medium* e tipo de interatividade *mixed*;
- *understanding = very sequential*: como o estudante prefere a forma sequencial, lógica e encadeada de apresentação do conhecimento, utilizando-se *slide*, com nível de interatividade *medium* e tipo de interatividade *mixed*, é possível construir um material com essas características;
- *processing = very reflexive*: o estudante prefere procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos, nesse caso, não é possível avaliar a sua compatibilidade; e
- *perception = intuitive*: como o objeto possui pouca dificuldade e densidade semântica baixa, pode não ser condizente com a preferência do estudante.

Tabela C.38: Simulação da situação XIV - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C9”.

Title	Tech	pos Med
O_2_A1_2C	Rec	2
O_3_A1_2C	N.Rec	1
O_1_A1_2C	N.Rec	3

Ao simular o estudo de Mariana no objeto O_2_A1_2C, a estudante tem bons resultados de desempenho (7) e de tempo de estudo (1500), prosseguindo para o próximo assunto.

No estudo do assunto II, como apresenta a Tabela C.39, foi selecionado o objeto O_1_A2_2C, recomendado pela tecnologia e terceiro melhor classificado pelos tipos de mídia. Esse objeto tem como mídias: *simulation*, *educative games* e *text*, além disso, possui os recursos *simulation* e *exam*, tipo de interatividade *active*, nível de interatividade *very high*, densidade semântica *high* e dificuldade *medium*. Analisando os estilos com o objeto, observa-se:

- *input = visual*: uma *simulation* normalmente é visual, assim, esse objeto favorece esse estilo;
- *understanding = very sequential*: *simulation* com tipo de interatividade *active* e nível *very high* indica que o objeto é bastante interativo e como o estudante prefere a forma sequencial, lógica e encadeada de apresentação do conhecimento, provavelmente, O_1_A2_2C não favorece esse estilo;

- *processing = very reflexive*: o estudante prefere o estudo individual e procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos, com *simulation* bem interativo não é provável que contemple esse estilo; e
- *perception = intuitive*: como o objeto possui uma dificuldade média e densidade semântica alta, pode ser favorável ao estilo de quem prefere trabalhar com situações complicadas e inovação.

Tabela C.39: Simulação da situação XIV - Classificação dos objetos no estudo do assunto II para o curso “C9”.

Title	Tech	pos Med
O_1_A2.2C	Rec	3
O_2_A2.2C	N.Rec	1
O_3_A2.2C	N.Rec	2

Na simulação do estudo de Mariana no assunto II, a estudante obteve bom desempenho (7), mas ruim tempo de estudo (2400), indicando que receberia um reforço de estudo nesse assunto, porém como a adaptação pela *performance* não está habilitada, Mariana prossegue para o próximo assunto.

No estudo do assunto III, conforme Tabela C.40, o simulador seleciona o objeto O_1_A3.2C, contendo a mídia *text* e melhor classificado na preferência pelos tipos de mídias. Esse objeto contém os recursos *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *very high* e dificuldade *very difficulty*. Com base nas características desse objeto e dos estilos do estudante, tem-se:

- *input = visual*: devido as suas características, O_1_A3.2C não contempla esse estilo;
- *understanding = very sequential*: como o objeto possui o recurso *narrative text*, tipo de interatividade *mixed* e nível *low*, além disso, como o estudante prefere a forma sequencial, lógica e encadeada de apresentação do conhecimento, esse objeto corresponde a essa dimensão do estilo;
- *processing = very reflexive*: como o estudante prefere procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos, provavelmente, esse objeto contempla essa dimensão do estilo; e
- *perception = intuitive*: como o objeto possui muita dificuldade e densidade semântica muito alta pode ser favorável ao estilo de quem prefere trabalhar com complicações e inovação.

Tabela C.40: Simulação da situação XIV - Classificação dos objetos no estudo do assunto III para o curso “C9”.

Title	Tech	pos Med
O_1_A3_2C	N.Rec	1
O_2_A3_2C	N.Rec	2
O_3_A2_2C	N.Rec	3

No estudo de O_1_A3_2C, Mariana tem bom tempo de estudo (1500) e desempenho ruim (3). Como não há mais nenhum assunto a ser estudado no curso, o simulador finaliza.

C.15 Situação de Estudo XV

C.15.1 Considerações

Nessa simulação, foram considerados:

- estudante: Fernandinho;
- dispositivo no estudo: tipo = *tablet*, modelo = NB013, tamanho da tela = 7 polegadas e tipo de teclado = *software keyboard*;
- mídias preferidas: audio = 2, vídeo = 5, *text* = 4, simulação = 3, jogos educacionais = 3 e animação = 5;
- estilos de aprendizagem inicial: *input* = *visual* (4), *processing* = *very reflexive* (20), *perception* = *intuitive* (18) e *understanding* = *very sequential* (2);
- curso: C9, com carga horária de 15 h e três assuntos. Cada assunto, identificado pelo seu número, é composto pelos valores de desempenho, tempo de estudo e *keyword* iguais a:
 - I. 7, 1500 e K1,K8;
 - II. 7, 1500 e K2,K7;
 - III. 7, 1500 e K3,K6.
- há um conjunto de três objetos no repositório para cada assunto do curso;
- assuntos conhecidos pela estudante: não conhece nenhum;
- tipos de adaptação selecionados para o curso: *learning styles* e *technology*, mas *performance* e *pre-knowledge* não são habilitadas;

- critério de adaptação na seleção dos objetos de aprendizagem: norma ponderada;
- registro prévio de estudo no curso com tempo de estudo ruim no assunto II, mas bom desempenho e desempenho ruim e bom tempo de estudo no assunto III. Os valores para o desempenho e tempo de estudo do estudante em cada assunto, identificado pelo seu número, são:

I. 7 e 1500;

II. 7 e 2400;

III. 3 e 1500.

Esses valores de registro prévio foram utilizados durante a simulação do estudo.

C.15.2 Estudo de Fernandinho nos Assuntos do Curso C9

Na simulação do estudo de Fernandinho no curso C9, destaca-se, como a adaptação pela performance está desabilitada, mesmo que Maria não tenha bons resultados no estudo dos assuntos do curso, não será oferecido nenhum reforço e não será solicitado reestudo.

Na simulação do estudo do assunto I, foi realizada a classificação pela norma ponderada, votação, tecnologia e tipos de mídias, como apresentado na Tabela C.41, e selecionado o objeto O_1_A1_2C, melhor classificado pela norma ponderada. Esse objeto tem como mídias *audio* e *text*, contém os recursos *figure*, *table*, *narrative text*, *questionnaire* e *exam*, tipo de interatividade *expositive*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *medium* e dificuldade *medium*. Então, considerando as características de O_1_A1_2C e os estilos do estudante, observa-se:

- *input = very verbal*: como o objeto é composto de recursos variados, incluindo *narrative text*, tem tipo de interatividade *expositive* e baixo nível de interatividade é provável que favoreça o estilo do estudante;
- *understanding = very sequential*: visto que o objeto tem tipo de interatividade *expositive*, nível *low* e o recurso *narrative text*, além disso, como o estudante prefere a forma sequencial, lógica e encadeada de apresentação do conhecimento, é possível montar um objeto, com essas características e recursos, que contemple esse estilo de aprendizagem;

- *processing = reflexive*: nesse caso, os recursos do objeto são variados, sendo possível elaborá-lo, dependendo do assunto, para contemplar procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos; e
- *perception = indifferent*: nesse caso, a escolha não interfere no estilo de Fernando.

Na Tabela C.41, verifica-se que:

- Os dois últimos valores calculados para a norma ponderada (**WN Value**) são iguais, além disso, tem valores bem próximos do objeto selecionado indicando que esses objetos possuem razoável proximidade ao estilo de aprendizagem de Fernandinho.
- O critério votação (**Vot tot**) é composto por dois valores diferentes (3 e 2) e tem posicionamento coincidente (**pos Tot**) com o objeto melhor classificado pela norma ponderada (**pos WN**).
- O objeto O.2_A1.2C é recomendado (**Tech**) para apresentar no dispositivo *tablet* com 7 polegadas de tamanho de tela e tipo de teclado *software keyboard*, porém o objeto O.1_A1.2C, apesar de selecionado, não é recomendado.
- Coincidência há no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos Med**) para todos os objetos da relação, se comparado com a norma ponderada (**pos WN**).

Tabela C.41: Simulação da situação XV - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C9”.

Title	pos WN	WN value	pos Tot	Vot tot	Tech	pos Med
O.1_A1.2C	1	2,588	1	3	N.Rec.	1
O.2_A1.2C	2	2,828	2	2	Rec.	2
O.3_A1.2C	3	2,828	2	2	N.Rec.	3

No estudo de O.1_A1.2C, foram obtidos bons resultados de desempenho (7) e tempo de estudo (1500), reforçando os estilos de aprendizagem para:

- *input = very verbal* (20);
- *understanding = very sequential* (2);
- *processing = reflexive* (17);
- *perception = indifferent* (11).

Na simulação do estudo do assunto II, conforme Tabela C.42, foi melhor classificado e selecionado o objeto O_3_A2_2C. O objeto O_3_A2_2C possui as mídias *video*, *audio*, *educative game*, *simulation*, *animation* e *text*, contém os recursos *simulation*, *figure*, *diagram*, *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *medium*, densidade semântica *medium* e dificuldade *easy*; considerando as suas características e os estilos do estudante, observa-se que:

- *input = very verbal*: o objeto é composto de recursos variados, incluindo *narrative text*, tipo de interatividade *mixed* e nível de interatividade *medium*, e é provável que favoreça o estilo do estudante;
- *understanding = very sequential*: como o estudante prefere a forma sequencial, lógica e encadeada de apresentação do conhecimento, além do objeto ter tipo de interatividade *mixed*, nível *medium* e o recurso *narrative text*, apesar de possuir outros recursos, é possível montá-lo de tal forma que contemple esse estilo de aprendizagem;
- *processing = very reflexive*: dependendo do assunto, é possível elaborar um objeto para contemplar procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos com os recursos que o objeto possui; e
- *perception = indifferent*: nesse caso, a escolha não interfere no estilo de Fernandinho.

Analisando detalhes Tabela C.42, pode-se verificar que:

- Os valores calculados para a norma ponderada de todos os objetos (**WN Value**) são diferentes, no entanto, há proximidade de valores entre os dois últimos objetos da relação, que indica quase a mesma proximidade ao estilo de aprendizagem do estudante.
- O critério votação (**Vot tot**) é composto por dois valores diferentes (0 e 2) e não tem posicionamento coincidente em relação aos objetos classificados pela norma ponderada (**pos WN**).
- Apenas o objeto O_1_A2_2C é recomendado (**Tech**) para ser apresentado adequadamente no dispositivo *tablet* com 7 polegadas de tamanho de tela e tipo de teclado *software keyboard*.
- Coincidência existe no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos Med**) somente para o segundo objeto da relação, se comparado com a norma ponderada (**pos WN**).

Tabela C.42: Simulação da situação XV - Classificação dos objetos no estudo do assunto II para o curso “C9”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_3_A2_2C	1	4,405	2	0	N.Rec.	3
O_2_A2_2C	2	5,357	1	2	N.Rec.	2
O_1_A2_2C	3	5,477	1	2	Rec.	1

No estudo de O_3_A2_2C, Fernandinho obteve bom desempenho (7) e tempo de estudo ruim (2400), alterando seus estilos de aprendizagem para:

- *input = verbal* (18);
- *understanding = sequential* (4);
- *processing = indifferent* (13);
- *perception = indifferent* (14).

Se a adaptação pela *performance* não estivesse desabilitada, seria oferecido um reforço no estudo do assunto II.

Na simulação do estudo do assunto III, foi melhor classificado e selecionado o objeto O_1_A3_2C, como pode-se observar na Tabela C.43. Esse objeto possui a mídia *text*, é composto dos recursos *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *very high* e dificuldade *very difficulty*. Baseando-se nas características desse objeto e nos estilos do estudante, tem-se:

- *input = verbal*: que o objeto é composto de *narrative text*, com tipo de interatividade *mixed* e nível baixo de interatividade, esse objeto favorece esse estilo;
- *understanding = sequential*: como o O_1_A3_2C possui tipo de interatividade *mixed* e nível *low*, além disso, como o estudante prefere a forma sequencial, lógica e encadeada de apresentação do conhecimento, é provável que esse objeto corresponda a essa dimensão do estilo;
- *processing = indifferent* e *perception = indifferent*: nesse caso, os valores não interferem na escolha.

Pelos valores da Tabela C.43, observa-se que:

- Os valores calculados para os dois últimos objetos (**WN Value**) são iguais, indicando que esses objetos tem igual proximidade ao estilo de aprendizagem de Fernandinho.
- O critério votação (**Vot tot**) é composto por dois valores diferentes (0 e 2) e tem mesma classificação dos objetos (**pos** **Vot**), se comparado com a norma ponderada (**pos** **WN**).
- Nenhum objeto é recomendado (**Tech**) para ser apresentado adequadamente no dispositivo *tablet* com 7 polegadas de tamanho de tela e tipo de teclado *software keyboard*.
- O posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos** **Med**), torna possível se verificar coincidência de posição para o objeto melhor classificado pela norma ponderada (**pos** **WN**).

Tabela C.43: Simulação da situação XV - Classificação dos objetos no estudo do assunto III para o curso “C9”.

Title	pos WN	WN value	pos	Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_1_A3_2C	1	1	1		0	N.Rec.	1
O_2_A3_2C	2	2,37	2		2	N.Rec.	2
O_3_A3_2C	2	2,37	2		2	N.Rec.	3

No estudo do assunto III, Fernandinho obteve bom tempo de estudo (1500), mas desempenho ruim (3), alterando os estilos de aprendizagem para:

- *input* = *visual* (5);
- *understanding* = *global* (17);
- *processing* = *reflexive* (17);
- *perception* = *intuitive* (17).

Como não há mais assunto a ser estudado, o simulador finaliza.

C.16 Situação de Estudo XVI

C.16.1 Considerações

Nessa simulação, foram considerados:

- estudante: Maria Teste;
- dispositivo no estudo: tipo = *tablet*, modelo = NB013, tamanho da tela = 7 polegadas e tipo de teclado = *software keyboard*;
- mídias preferidas: audio = 1, vídeo = 5, *text* = 3, simulação = 4, jogos educacionais = 4 e animação = 5;
- estilos de aprendizagem inicial: *input* = *very visual* (0), *processing* = *reflective* (18) , *perception* = *very sensorial* (2) e *understanding* = *global* (18);
- curso: C9, com carga horária de 15 h e três assuntos. Cada assunto, identificado pelo seu número, é composto pelos valores de desempenho, tempo de estudo e *keyword* iguais a:
 - I. 7, 1500 e K1,K8;
 - II. 7, 1500 e K2,K7;
 - III. 7, 1500 e K3,K6.
- há um conjunto de três objetos no repositório para cada assunto do curso;
- assuntos conhecidos pela estudante: conhece o I;
- tipos de adaptação selecionados para o curso: *learning styles* e *performance*, mas *technology* e *pre-knowledge* não são habilitadas;
- critério de adaptação na seleção dos objetos de aprendizagem: norma ponderada;
- registro prévio de estudo no curso com tempo de estudo ruim no assunto II, mas bom desempenho e desempenho ruim e bom tempo de estudo no assunto III. Os valores para o desempenho e tempo de estudo do estudante em cada assunto, identificado pelo seu número, são:
 - I. 7 e 1500;
 - II. 7 e 2400;
 - III. 3 e 1500.

Esses valores de registro prévio foram utilizados durante a simulação do estudo. No entanto, como o desempenho é ruim no assunto III, serão utilizados outros novos valores quando simulado um reestudo.

C.16.2 Estudo de Maria nos Assuntos do Curso C9

Na simulação do estudo do curso C9 por Maria, *technology* e *pre-knowledge* não foram habilitados, assim, mesmo que o assunto I seja conhecido, deverá ser estudado.

Na simulação do estudo do assunto I, os objetos selecionados foram classificados pela norma ponderada, votação e pelos tipos de mídias, como apresentado na Tabela C.44, e o objeto O_2_A1_2C, melhor classificado, foi escolhido. Esse objeto possui a mídia *text*, contém os recursos *slide* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *medium*, densidade semântica *low* e dificuldade *easy*. Relacionando esse objeto ao estilo de aprendizagem de Maria, tem-se:

- *input = very visual*: a utilização de textos em *slide*, indica que o objeto não contempla esse estilo;
- *understanding = global*: como o estudante tem dificuldade no aprendizado linear, necessitando da visão de conjunto para poder compreender os detalhes e o tipo de interatividade é *mixed* e o nível de interatividade é *medium*, é provável que esse estilo seja favorecido;
- *processing = reflexive*: mesmo que o objeto seja *slide*, como é textual, provavelmente, favorece quem prefere o estudo individual e procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos;
- *perception = very sensorial*: o objeto tem baixa densidade semântica e pouca dificuldade, favorecendo o estilo de quem não aprecia surpresas nem complicações.

Na Tabela C.44, também, é possível identificar que:

- Todos os valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**) são diferentes e relativamente próximos, especialmente os dois últimos, indicando que esses dois tem, praticamente, a mesma distância do estilo de aprendizagem de Maria.
- O critério votação (**Vot tot**) é composto por dois valores diferentes (2 e 0) e há coincidência de posicionamento no primeiro objeto em relação à classificação pela norma ponderada (**pos WN**).
- Coincidência não há no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos Med**) em comparação à norma ponderada (**pos WN**) para nenhum objeto.

Tabela C.44: Simulação da situação XVI - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C9”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	pos Med
O_2_A1_2C	1	3,24	1	2	2
O_1_A1_2C	2	4,25	1	2	3
O_3_A1_2C	3	4,88	2	0	1

No estudo de O_2_A1_2C, Maria tem desempenho (7) e bom tempo de estudo (1500), fortalecendo seus estilos com os valores:

- *input = very visual* (2);
- *understanding = global* (17);
- *processing = reflexive* (17);
- *perception = very sensorial* (2).

Na simulação do estudo do assunto II, foi selecionado o objeto O_3_A2_2C, conforme classificação apresentada na Tabela C.45. Esse objeto possui as mídias *video*, *audio*, *educative game*, *simulation*, *animation* e *text*, contém os recursos *simulation*, *figure*, *diagram*, *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *medium*, densidade semântica *medium* e dificuldade *easy*; considerando as suas características e os estilos do estudante, observa-se que:

- *input = very visual*: como o objeto é composto de recursos variados, incluindo *figure* e *diagram*, é possível que favoreça o estilo da estudante;
- *understanding = global*: visto que o objeto tem tipo de interatividade *mixed* e nível *medium*, além disso, como o estudante tem dificuldade no aprendizado linear, necessitando da visão de conjunto para poder compreender os detalhes, é possível montar um objeto, com essas características e recursos, que contemple esse estilo de aprendizagem;
- *processing = reflexive*: nesse caso, os recursos do objeto são variados, sendo possível elaborá-lo, dependendo do assunto, para contemplar procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos; e
- *perception = very sensorial*: como o objeto tem pouca dificuldade e densidade semântica média e o estudante não tem facilidade em trabalhar com situações complicadas e inovação, é possível que o objeto corresponda ao estilo de Maria.

Na Tabela C.45, ainda, observa-se que:

- Todos os valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**) são diferentes, no entanto, os dois primeiros objetos, apesar de terem valores diferentes, são próximos, indicando que seus valores tem, praticamente, a mesma proximidade do estilo de aprendizagem de Maria.
- O critério votação (**Vot tot**) é composto por dois valores diferentes (1 e 2) e nenhum posicionamento coincidente (**pos** **Vot**) em relação à classificação pela norma ponderada (**pos** **WN**). Se fosse utilizado esse critério, o objeto O_2_A2_2C seria o selecionado.
- Coincidência existe no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos** **Med**) para o segundo objeto, se comparado com a norma ponderada (**pos** **WN**).

Tabela C.45: Simulação da situação XVI - Classificação dos objetos no estudo do assunto II para o curso “C9”.

Title	pos WN	WN value	pos	Vot	Vot tot	pos Med
O_3_A2.2C	1	3,62	2	1	3	
O_2_A2.2C	2	3,78	1	2	2	
O_1_A2.2C	3	5,48	2	1	1	

No estudo do objeto O_3_A2_2C, Maria obteve bom desempenho, mas tempo de estudo ruim, alterando seu estilo de aprendizagem para:

- *input* = *visual* (4);
- *understanding* = *indifferent* (13);
- *processing* = *indifferent* (13);
- *perception* = *sensorial* (4).

Devido ao tempo de estudo ruim, o simulador oferece como reforço o objeto O_2_A2_2C, ainda não estudado e melhor classificado pela norma ponderada, segundo o novo estilo de Maria, conforme ilustrado na Tabela C.46. Esse objeto tem como mídias *video* e *text*, possui os recursos *figure*, *graph*, *table*, *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *low* e dificuldade *very easy*. Então, pensando nessas características e nos estilos do estudante, observa-se que:

- *input = visual*: é provável que o objeto favoreça o estilo do estudante, pois é composto de recursos variados, incluindo *figure* e *graph*;
- *understanding = indifferent* e *processing = indifferent*: nesse caso, a escolha não interfere no estilo de Maria; e
- *perception = sensorial*: nesse estilo, a estudante é detalhista e paciente, memoriza com facilidade, não aprecia surpresas nem complicações, como o objeto possui densidade semântica *low* e dificuldade *very easy*, provavelmente, favorece esse estilo.

Observando os detalhes da Tabela C.46, verifica-se que:

- Os valores calculados para a norma ponderada de todos os objetos (**WN Value**) são diferentes, no entanto, há relativa proximidade nos valores dos dois primeiros objetos da relação. Isso indica que esses objetos possuem razoável proximidade ao estilo de aprendizagem de Maria.
- O critério votação (**Vot tot**) é composto por dois valores diferentes (2 e 3) e tem coincidência na classificação dos dois primeiros objetos (**pos** **Vot**), se comparado com a norma ponderada (**pos** **WN**).
- Coincidência não há no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos** **Med**) para nenhum objeto da relação, se comparado com a norma ponderada (**pos** **WN**).

Tabela C.46: Simulação da situação XVI - Classificação dos objetos no reforço de estudo para o assunto II do curso “C9”.

Title	pos WN	WN value	pos	Vot tot	pos Med
O_2_A2_2C	1	1,95	1	3	2
O_3_A2_2C	2	2,48	2	2	3
O_1_A2_2C	3	3,24	1	3	1

Na simulação do estudo para o assunto III, foi melhor classificado e selecionado o objeto O_2_A3_2C, conforme Tabela C.47. Esse objeto tem como mídias *audio* e *text*, possui os recursos *figure*, *table*, *narrative text*, *questionnaire*, *exam*, tipo de interatividade *expositive*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *medium* e dificuldade *medium*. Considerando as características desse objeto e os estilos do estudante, verifica-se que:

- *input = visual*: apesar do objeto apresentar *figure*, tem como mídia *text*, indicando que pode não contemplar essa dimensão do estilo;

- *understanding = indifferent* e *processing = indifferent*: nesse caso, os valores não interferem na escolha; e
- *perception = sensorial*: como o objeto possui densidade semântica *medium* e dificuldade *medium* e o estudante não aprecia surpresas nem complicações, o objeto pode não corresponder a esse estilo.

Na Tabela C.47, também, pode-se analisar que:

- Os valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**) O_2_A3_2C e O_3_A3_2C são iguais, indicando mesma proximidade no estilo de Maria, porém O_2_A3_2C foi melhor classificado por ter melhor classificação pelos tipos de mídias (**pos Med**).
- O critério votação (**Vot tot**) é composto por dois valores diferentes (4 e 2) e possui mesma classificação em relação à norma ponderada (**pos WN**).
- Coincidência não existe no posicionamento das preferências pelos tipos de média (**pos Med**) para nenhum objeto, em comparação à norma ponderada (**pos WN**).

Tabela C.47: Simulação da situação XVI - Classificação dos objetos no primeiro estudo do assunto III do curso “C9”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	pos Med
O_2_A3_2C	1	1,95	1	4	2
O_3_A3_2C	1	1,95	1	4	3
O_1_A3_2C	2	3,67	2	2	1

No estudo do O_2_A3_2C, Maria obteve bom tempo de estudo (1500), mas péssimo desempenho (3), alterando seu estilo de aprendizagem para:

- *input = verbal* (17);
- *understanding = global* (17);
- *processing = reflexive* (17);
- *perception = intuitive* (17).

Pelo fato de Maria ter tido um desempenho ruim, na próxima simulação de estudo, Maria deve reestudar o assunto III. Nesse reestudo, é selecionado o objeto O_1_A3_2C, melhor classificado pela norma ponderada, como apresentado

na Tabela C.48. Esse objeto possui a mídia *text*, contém os recursos *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *very high* e dificuldade *very difficulty*. Segundo as características desse objeto e os estilos do estudante, tem-se:

- *input = verbal*: O_1_A3_2C possui *narrative text*, com baixo nível de interatividade e alta densidade semântica, por isso, provavelmente, favorece esse estilo;
- *understanding = global*: como o objeto possui o recurso *narrative text*, tipo de interatividade *expositive* e nível *low*, além disso, como o estudante tem dificuldade no aprendizado linear, necessitando da visão de conjunto para poder compreender os detalhes, é possível que esse objeto não corresponda a essa dimensão do estilo;
- *processing = reflexive*: como o estudante prefere o estudo individual e procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos e o objeto possui *narrative text* com densidade semântica *very high*, é provável o favorecimento desse estilo; e
- *perception = intuitive*: como o objeto possui densidade semântica *very high* e dificuldade *very difficulty* pode ser favorável ao estilo de quem prefere trabalhar com complicações e inovação.

Analisando os outros valores da Tabela C.48, verifica-se que:

- Os valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**) O_2_A3_2C e O_3_A3_2C são iguais, indicando que esses objetos possuem mesma proximidade ao estilo de aprendizagem de Maria.
- O critério votação (**Vot tot**) é composto por dois valores diferentes (1 e 3) e tem posicionamento coincidente (**pos** **Vot**) com a norma ponderada (**pos** **WN**).
- Coincidência há no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos** **Med**) em comparação à norma ponderada (**pos** **WN**) para o primeiro e o segundo objeto melhores classificados.

No estudo de O_1_A3_2C, Maria conseguiu bom desempenho (8) e bom tempo de estudo (1300), confirmando os seus estilos de aprendizagem, como pode-se observar abaixo:

Tabela C.48: Simulação da situação XVI - Classificação dos objetos no segundo estudo do assunto III do curso “C9”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	pos Med
O_1_A3.2C	1	3,91	1	3	1
O_2_A3.2C	2	4,87	2	1	2
O_3_A3.2C	2	4,87	2	1	3

- *input* = *verbal* (17);
- *understanding* = *global* (17);
- *processing* = *reflexive* (17);
- *perception* = *intuitive* (17).

Como não há mais assuntos a serem estudados, a simulação do estudo de Maria é finalizada.

C.17 Situação de Estudo XVII

C.17.1 Considerações

Nessa simulação, foram considerados:

- estudante: Bruno Buccini;
- dispositivo no estudo: tipo = *notebook*, modelo = LU.SG608.002, tamanho da tela = 11,6 polegadas e tipo de teclado = *laptop size*;
- mídias preferidas: audio = 1, vídeo = 2, *text* = 3, simulação = 4, jogos educacionais = 5 e animação = 4;
- estilos de aprendizagem inicial: *input* = *very visual* (1.6), *processing* = *active* (5) , *perception* = *indifferent* (11) e *understanding* = *very global* (20);
- curso: C9, com carga horária de 15 h e três assuntos. Cada assunto, identificado pelo seu número, é composto pelos valores de desempenho, tempo de estudo e *keyword* iguais a:

I. 7, 1500 e K1,K8;

II. 7, 1500 e K2,K7;

III. 7, 1500 e K3,K6.

- há um conjunto de três objetos no repositório para cada assunto do curso;
- assuntos conhecidos pela estudante: conhece o I;
- tipos de adaptação selecionados para o curso: *pre-knowledge* e *performance*, mas *technology* e *learning styles* não são habilitadas;
- critério de adaptação na seleção dos objetos de aprendizagem: norma ponderada;
- registro prévio de estudo no curso com desempenho ruim no assunto II, mas bom tempo de estudo e tempo de estudo ruim e bom desempenho no assunto III. Os valores padrão para o desempenho e tempo de estudo do estudante em cada assunto, identificado pelo seu número, são:

I. 7 e 1500;

II. 3 e 1300;

III. 7 e 2500.

C.17.2 Estudo de Bruno nos Assuntos do Curso C9

Na simulação dos estudos de Bruno não são consideradas as adaptações pela *technology* e *learning styles*. Assim, mesmo que o estudante não tenha bons resultados no desempenho e no tempo de estudo para algum assunto do curso C9, não serão alterados seus estilos. Além disso, como Bruno conhece o assunto I do curso, a simulação de seus estudos iniciam no II.

Na simulação do estudo do assunto II, os objetos selecionados foram classificados pelos tipos de mídia, como apresentado na Tabela C.49, e o objeto O_1_A2_2C, melhor classificado, foi selecionado. Esse objeto possui as mídias *simulation*, *educative game*, *text* que são compatíveis com as preferências do estudante. Também contém os recursos *simulation* e *exam*, tipo de interatividade *active*, nível de interatividade *very high*, densidade semântica *high* e dificuldade *medium*. Apesar dos estilos de aprendizagem não serem um critério de adaptação, analisando os estilos com o objeto selecionado, observa-se que:

- *input = very visual*: *simulation* é um recurso visual, sendo aderente a esse estilo;
- *understanding = very global*: *simulation* com tipo de interatividade *active* e nível *very high* indica que o objeto é bastante interativo e, como o estudante

tem dificuldade no aprendizado linear, necessitando da visão de conjunto para poder compreender os detalhes, é possível construir uma simulação com essas características;

- *processing = active*: com *simulation* pode-se construir objetos experimentais. Como esse estilo favorece quem prefere trabalhar em experimentos, o objeto pode ser compatível ao seu estilo; e
- *perception = indifferent*: nesse caso, os valores não interferem na escolha.

Tabela C.49: Simulação da situação XVII - Classificação dos objetos no primeiro e segundo estudo do assunto II para o curso “C9”.

Title	pos Med
O_1_A2_2C	1
O_3_A2_2C	2
O_2_A2_2C	3

O estudante obteve um bom tempo de estudo (1300), mas desempenho ruim (3), então, o simulador avalia a necessidade de um reestudo desse assunto. No novo estudo do assunto II, o objeto selecionado foi o O_3_A2_2C, ainda não estudado e segundo melhor classificado pelos tipos de mídias, conforme Tabela C.49. O_3_A2_2C tem as mídias *video*, *audio*, *educative game*, *simulation*, *animation*, *text* que são compatíveis com as preferências do estudante. Além disso, é composto dos recursos *simulation*, *figure*, *diagram*, *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *medium*, densidade semântica *medium* e dificuldade *easy*. Considerando as características desse objeto e os estilos do estudante, observa-se que:

- *input = very visual*: como o objeto é composto de *simulation*, *figure* e *diagram*, deve contemplar essa dimensão do estilo de Bruno;
- *understanding = very global*: como o objeto possui tipo de interatividade *mixed* e nível *medium*, além disso, como o estudante tem dificuldade no aprendizado linear, necessitando da visão de conjunto para poder compreender os detalhes, é possível montar um objeto, com essas características e recursos, que contemple esse estilo de aprendizagem;
- *processing = active*: o objeto tem o recurso *simulation*, no qual é possível construir objetos experimentais. Como esse estilo favorece quem prefere trabalhar em experimentos, o objeto pode ser compatível ao estilo; e
- *perception = indifferent*: nesse caso, os valores não interferem na escolha.

No reestudo do assunto II, Bruno obteve bom desempenho (8) e bom tempo de estudo (1400), prosseguindo os estudos para o próximo assunto do curso.

No estudo do assunto III, foi selecionado o objeto O_1_A3_2C, melhor classificado na preferência pelos tipos de mídias, como ilustrado na Tabela C.50. Esse objeto possui a mídia *text*, contém os recursos *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *very high* e dificuldade *very difficulty*. Com base nas características desse objeto e dos estilos do estudante, tem-se:

- *input = very visual*: O_1_A3_2C contém o recurso *narrative text* e, provavelmente, não contempla esse estilo;
- *understanding = very global*: como o objeto possui o recurso *narrative text*, tipo de interatividade *expositive* e nível *low*, além disso, como o estudante tem dificuldade no aprendizado linear, necessitando da visão de conjunto para poder compreender os detalhes, é possível que esse objeto não corresponda a essa dimensão do estilo, mesmo que sua construção possa contemplar essa situação;
- *processing = active*: nesse estilo, privilegia-se o uso externo da informação através de discussão, explicação ou uma situação concreta e o estudante prefere estudar em grupo e trabalhar em procedimentos experimentais e o objeto é composto de *narrative text* com baixo nível de interatividade, é possível que o objeto não contemple esse estilo; e
- *perception = indifferent*: nesse caso, os valores não interferem na escolha.

Tabela C.50: Simulação da situação XVII - Classificação dos objetos no primeiro estudo e no reforço do assunto III para o curso “C9”.

Title	pos Med
O_1_A3_2C	1
O_2_A3_2C	2
O_3_A3_2C	3

No estudo do O_1_A3_2C, Bruno conseguiu um bom desempenho (8), mas um tempo de estudo ruim (2400) e o simulador oferece o objeto O_2_A3_2C, ainda não estudado e segundo melhor classificado (Tabela C.50) como reforço de estudo para o assunto III.

Como o curso não tem mais nenhum assunto, a simulação do estudo de Bruno é finalizada.

Apêndice D – Simulações de Estudo - Parte II

D.1 Situação de Estudo XVIII

D.1.1 Considerações

Nessa simulação, foram considerados:

- estudante: Thiago Benevides;
- dispositivo no estudo: tipo = *notebook*, modelo = LU.SG608.002, tamanho da tela = 11,6 polegadas e tipo de teclado = *laptop size*;
- mídias preferidas: audio = 5, vídeo = 2, *text* = 4, simulação = 1, jogos educacionais = 1 e animação = 2;
- estilos de aprendizagem inicial: *input* = *very verbal* (22), *processing* = *very reflexive* (22) , *perception* = *very sensorial* (0) e *understanding* = *very sequential* (0);
- curso: C9, com carga horária de 15 h e três assuntos. Cada assunto, identificado pelo seu número, é composto pelos valores de desempenho, tempo de estudo e *keyword* iguais a:
 - I. 7, 1500 e K1,K8;
 - II. 7, 1500 e K2,K7;
 - III. 7, 1500 e K3,K6.
- há um conjunto de três objetos no repositório para cada assunto do curso;
- assuntos conhecidos pela estudante: conhece o I;
- tipos de adaptação selecionados para o curso: *technology* e *performance*, mas *pre-knowledge* e *learning styles* não são habilitadas;

- critério de adaptação na seleção dos objetos de aprendizagem: norma ponderada;
- registro prévio de estudo no curso com desempenho ruim no assunto I, mas bom tempo de estudo e tempo de estudo ruim e bom desempenho no assunto II. Os valores para o desempenho e tempo de estudo do estudante em cada assunto, identificado pelo seu número, são:

I. 3 e 1500;

II. 7 e 2300;

III. 8 e 1300.

Esses valores de registro prévio foram utilizados durante a simulação do estudo. No entanto, como o valor do desempenho é ruim no assunto I, serão utilizados outros novos valores quando simulado um reestudo.

D.1.2 Estudo de Thiago nos Assuntos do Curso C9

No estudo do curso C9, Thiago conhece o assunto I, porém como a adaptação *pre-knowledge* está desabilitada essa informação não é considerada no simulador. Além disso, como a adaptação pelo *learning styles* também está desabilitada, a seleção dos objetos a serem estudados por Thiago serão avaliados pela tecnologia e preferência nos tipos de mídia.

No estudo do assunto I, os objetos foram selecionados e classificados pela tecnologia e pelos tipos de mídia, conforme Tabela D.1, e foi selecionado o objeto O_1_A1_2C, melhor classificado pelos tipos de mídia e recomendado para exibir no dispositivo de estudo de Thiago. O_1_A1_2C é representado pelas mídias *audio* e *text*, contém os recursos *figure*, *table*, *narrative text*, *questionnaire* e *exam*, tipo de interatividade *expositive*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *medium* e dificuldade *medium*. Então, considerando as características de O_1_A1_2C e os estilos do estudante, observa-se que:

- *input = very verbal*: como o objeto é composto de recursos variados, incluindo *narrative text*, tem tipo de interatividade *expositive* e baixo nível de interatividade é provável que favoreça o estilo do estudante;
- *understanding = very sequential*: visto que o objeto tem tipo de interatividade *expositive*, nível *low* e o recurso *narrative text*, além disso, como o estudante prefere a forma sequencial, lógica e encadeada de apresentação

do conhecimento, é possível montar um objeto com essas características e recursos que contemple esse estilo de aprendizagem;

- *processing = very reflexive*: nesse caso, os recursos do objeto são variados, sendo possível elaborá-lo, dependendo do assunto, para contemplar procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos; e
- *perception = very sensorial*: nesse caso, o estudante é detalhista e paciente, memoriza com facilidade, não aprecia surpresas nem complicações e como o objeto tem dificuldade e densidade semântica *medium*, é possível construir um objeto com essas características que contemple essa dimensão do estilo.

Tabela D.1: Simulação da situação XVIII - Classificação dos objetos no estudo e no reforço do assunto I do curso “C9”.

Title	Tech	pos Med
O_1_A1_2C	Rec.	1
O_2_A1_2C	Rec.	2
O_3_A1_2C	N.Rec.	3

No estudo de O_1_A1_2C por Thiago, foram obtidos um bom tempo de estudo (1500) e um desempenho (3) ruim, fazendo com que o estudante permaneça no mesmo assunto. No reestudo do assunto I, o simulador seleciona o objeto O_2_A1_2C, segundo melhor classificado da Tabela D.1. Esse objeto possui a mídia *text*, contém os recursos *slide* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *medium*, densidade semântica *low* e dificuldade *easy*. Relacionando os estilos de aprendizagem de Thiago com o objeto, tem-se:

- *input = very verbal*: um *slide* que não possui outros recursos, além dele próprio, provavelmente, é textual, favorecendo esse estilo;
- *understanding = very sequential*: como o estudante prefere a forma sequencial, lógica e encadeada de apresentação do conhecimento com tipo de interatividade *mixed* e nível de interatividade *medium*, utilizando-se *slide* é possível construir um material com essas características;
- *processing = very reflexive*: o estudante prefere o estudo individual e procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos, como o objeto é um *slide* com baixa densidade semântica e dificuldade, não é possível dizer a pertinência a esse estilo; e

- *perception = very sensorial*: como o estudante é detalhista e paciente, memoriza com facilidade, não aprecia surpresas nem complicações e o objeto possui pouca dificuldade e densidade semântica baixa, pode ser condizente com a preferência do estudante.

No estudo de O_2_A1_2C, o estudante obtém bom desempenho (8) e bom tempo de estudo (1300), prosseguindo nos assuntos do curso.

Na simulação do estudo para o assunto II, os objetos selecionados são classificados, conforme Tabela D.2, e é selecionado o objeto O_1_A2_2C, recomendado para ser apresentado no *Notebook* com tamanho da tela = 11,6 polegadas e tipo de teclado = *laptop size*. Esse objeto possui as mídias *simulation*, *educative game* e *text*, contém os recursos *simulation* e *exam*, tipo de interatividade *active*, nível de interatividade *very high*, densidade semântica *high* e dificuldade *medium*. Analisando os estilos com o objeto, observa-se que:

- *input = very verbal*: uma simulação, normalmente, é mais visual, não favorecendo esse estilo;
- *understanding = very sequential*: *simulation* com tipo de interatividade *active* e nível *very high* indica que o objeto é bastante interativo, não favorecendo quem prefere a forma sequencial, lógica e encadeada de apresentação do conhecimento;
- *processing = very reflexive*: o estudante prefere o estudo individual e procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos, um objeto com *simulation* e densidade semântica *high*, apesar de ser possível construir, pode não corresponder a esse estilo; e
- *perception = very sensorial*: como o objeto possui uma dificuldade média e densidade semântica alta pode não ser favorável ao estilo de quem é detalhista e paciente, memoriza com facilidade, não aprecia surpresas nem complicações.

No estudo de O_1_A2_2C, Thiago obtém bom desempenho (7), mas tempo de estudo ruim (2300), fazendo com que o simulador prossiga para o próximo assunto e ofereça como reforço do assunto II o objeto O_2_A2_2C, ainda não estudado e melhor classificado pela preferência das mídias.

No estudo do assunto III, segundo a Tabela D.3, verifica-se que foi selecionado o objeto O_2_A3_2C, melhor classificado pelos tipos de mídia e recomendado

Tabela D.2: Simulação da situação XVIII - Classificação dos objetos no estudo do assunto II do curso “C9”.

Title	Tech	pos Med
O_2_A2_2C	N.Rec.	1
O_3_A2_2C	N.Rec.	2
O_1_A2_2C	Rec.	3

para ser apresentado no dispositivo de Thiago. Esse objeto possui as mídias *audio* e *text*, contém os recursos *figure*, *table*, *narrative text*, *questionnaire*, *exam*, tipo de interatividade *expositive*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *medium* e dificuldade *medium*. Considerando as características desse objeto e os estilos do estudante, observa-se que:

- *input = very verbal*: como o objeto apresenta *narrative text* com tipo de interatividade *expositive* e baixo nível de interatividade, e o estudante recebe melhor a palavra falada ou escrita, o objeto selecionado contempla essa dimensão do estilo;
- *understanding = very sequential*: nesse estilo, o estudante prefere a forma sequencial, lógica e encadeada de apresentação do conhecimento e as características do objeto *narrative text*, tipo de interatividade *expositive* e nível de interatividade *low* indicam que favorece esse estilo;
- *processing = very reflexive*: como o estudante prefere o estudo individual e procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos e o objeto é composto de *narrative text* com tipo de interatividade *expositive*, baixo nível de interatividade, densidade semântica e dificuldade média, é provável que o objeto favoreça esse estilo; e
- *perception = very sensorial*: como o objeto possui densidade semântica *medium* e dificuldade *medium*, e, nesse estilo, o estudante é detalhista e paciente, memoriza com facilidade, não aprecia surpresas nem complicações, o objeto pode ou não favorecer a esse estilo.

Tabela D.3: Simulação da situação XVIII - Classificação dos objetos no estudo do assunto III do curso “C9”.

Title	Tech	pos Med
O_2_A3_2C	Rec.	1
O_3_A3_2C	Rec.	2
O_1_A3_2C	Rec.	3

No estudo de O_2_A3_2C, Thiago obtém bons resultados de desempenho (8) e tempo de estudo (1300), terminando o estudo no curso C9 e finalizando a simulação.

D.2 Situação de Estudo XIX

D.2.1 Considerações

Nessa simulação, foram considerados:

- estudante: Geni Emília de Souza;
- dispositivo no estudo: tipo = *notebook*, modelo = LU.SG608.002, tamanho da tela = 11,6 polegadas e tipo de teclado = *laptop size*;
- mídias preferidas: audio = 1, vídeo = 3, *text* = 5, simulação = 4, jogos educacionais = 3 e animação = 3;
- estilos de aprendizagem inicial: *input* = *visual* (5), *processing* = *active* (5), *perception* = *very intuitive* (20) e *understanding* = *global* (17);
- curso: C9, com carga horária de 15 h e três assuntos. Cada assunto, identificado pelo seu número, é composto pelos valores de desempenho, tempo de estudo e *keyword* iguais a:
 - I. 7, 1500 e K1,K8;
 - II. 7, 1500 e K2,K7;
 - III. 7, 1500 e K3,K6.
- há um conjunto de três objetos no repositório para cada assunto do curso;
- assuntos conhecidos pela estudante: conhece o I;
- tipo de adaptação selecionado para o curso: *learning styles*. Os tipos *technology*, *performance* e *pre-knowledge* não são habilitadas;
- critério de adaptação na seleção dos objetos de aprendizagem: norma ponderada;
- registro prévio de estudo no curso com desempenho ruim no assunto I, mas bom tempo de estudo e tempo de estudo ruim e bom desempenho no assunto II. Os valores para o desempenho e tempo de estudo do estudante em cada assunto, identificado pelo seu número, são:

- I. 3 e 1500;
- II. 7 e 2300;
- III. 8 e 1300.

Esses valores de registro prévio foram utilizados durante a simulação do estudo.

D.2.2 Estudo de Geni nos Assuntos do Curso C9

Na simulação dos estudos de Geni no curso C9, foram desabilitadas as adaptações *technology*, *performance* e *pre-knowledge*, indicando que mesmo que a estudante conheça o assunto I, será oferecido um objeto para estudo. Além disso, caso Geni tenha resultados ruins no desempenho e no tempo de estudo de algum assunto, não será oferecido nenhum reforço ou reestudo.

No estudo do assunto I, os objetos selecionados foram classificados pela norma ponderada, votação e tipos de mídia, conforme Tabela D.4, e foi selecionado o objeto O.2_A1.2C, melhor classificado pela norma ponderada. Esse objeto é de mídia *text*, possui os recursos *slide* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *medium*, densidade semântica *low* e dificuldade *easy*. Relacionando os estilos de aprendizagem de Geni com o objeto, tem-se:

- *input = visual*: como o objeto possui somente o recurso *slide*, provavelmente, é textual e não favorece esse estilo;
- *understanding = global*: como a estudante tem dificuldade no aprendizado linear, necessitando da visão de conjunto para poder compreender os detalhes, utilizando-se *slide* com tipo de interatividade *mixed* e nível de interatividade *medium*, é possível construir um material com essas características;
- *processing = active*: o estudante prefere trabalhar em experimentos e estudar em grupo, nesse caso, o objeto não condiz com a preferência da estudante; e
- *perception = very intuitive*: como o objeto possui pouca dificuldade e densidade semântica baixa, pode não favorecer com a preferência da estudante.

Na Tabela D.4, também, pode-se verificar que:

- Todos os valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**) são diferentes, porém os objetos O.3_A1.2C e O.1_A1.2C são bem

próximos, indicando que possuem, praticamente, a mesma distância do estilo de aprendizagem de Geni.

- O critério votação (**Vot tot**) é composto por todos os valores diferentes e com posicionamento coincidente (**pos** **Vot**) em relação à classificação pela norma ponderada (**pos** **WN**).
- Coincidência há no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos** **Med**) em comparação com a norma ponderada (**pos** **WN**) para todos os objetos.

Tabela D.4: Simulação da situação XIX - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C9”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	pos Med
O_2_A1_2C	1	4,42	1	2	1
O_3_A1_2C	2	5,49	2	1	2
O_1_A1_2C	3	5,68	3	0	3

Ao estudar O_2_A1_2C Geni tem bom tempo de estudo (1500), mas desempenho ruim (3), alterando seus estilos para:

- *input = verbal* (17);
- *understanding = sequential* (5);
- *processing = reflexive* (17);
- *perception = indifferent* (11).

Na simulação do estudo do assunto II, foi selecionado o objeto O_3_A2_2C, melhor classificado pela norma ponderada, conforme Tabela D.5. Esse objeto possui as mídias *video*, *audio*, *educative game*, *simulation*, *animation* e *text*, contém os recursos *simulation*, *figure*, *diagram*, *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *medium*, densidade semântica *medium* e dificuldade *easy*. Então, considerando as características de O_3_A2_2C e os estilos do estudante, observa-se:

- *input = verbal*: como o objeto é composto de recursos variados, é provável que não favoreça totalmente o estilo da estudante;
- *understanding = sequential*: visto que o objeto tem tipo de interatividade *mixed* e nível *medium*, além disso, como o estudante prefere a forma sequencial, lógica e encadeada de apresentação do conhecimento, é provável que o objeto não favoreça esse estilo de aprendizagem;

- *processing* = *reflexive*: nesse caso, os recursos do objeto são variados, sendo possível elaborá-lo, dependendo do assunto, para contemplar procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos; e
- *perception* = *indifferent*: nesse caso, a escolha não interfere no estilo de Geni.

Analisando detalhes da Tabela D.5, observa-se que:

- Todos os valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**) são diferentes, no entanto, os dois últimos objetos, apesar de terem valores diferentes, são bem próximos, indicando que seus valores tem, praticamente, a mesma proximidade do estilo de aprendizagem de Ricardo.
- O critério votação (**Vot tot**) é composto por dois valores diferentes (0 e 2) e nenhum posicionamento coincidente (**pos** **Vot**) em relação à classificação pela norma ponderada (**pos** **WN**). Se fosse utilizado esse critério, o objeto O_1_A2_2C seria o selecionado.
- Coincidência existe no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos** **Med**) somente para o objeto O_2_A2_2C, se comparado com a norma ponderada (**pos** **WN**).

Tabela D.5: Simulação da situação XIX - Classificação dos objetos no estudo do assunto II para o curso “C9”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	pos Med
O_3.A2.2C	1	4,11	2	0	3
O_2.A2.2C	2	5,26	1	2	2
O_1.A2.2C	3	5,29	1	2	1

No estudo de O_3_A2_2C, Geni obteve bom desempenho (7), mas tempo de estudo ruim (2300), alterando seu estilo para:

- *input* = *indifferent* (13);
- *understanding* = *indifferent* (9);
- *processing* = *indifferent* (13);
- *perception* = *indifferent* (13).

Na simulação do estudo do assunto III, como o estilo de Geni é *indifferent* em todas as dimensões, há valores coincidentes em todos os objetos selecionados, como ilustrado na Tabela D.6. A preferência pelos tipos de mídia **pos Med** funciona como critério de desempate, sendo então selecionado o objeto O_1_A3_2C que contém a mídia *text*, possui os recursos *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *very high* e dificuldade *very difficulty*.

Tabela D.6: Simulação da situação XIX - Classificação dos objetos no estudo do assunto III para o curso “C9”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	pos Med
O_1_A3_2C	1	0	1	4	1
O_2_A3_2C	1	0	1	4	2
O_3_A3_2C	1	0	1	4	3

No estudo de O_1_A3_2C, Geni obteve bom desempenho (8) e bom tempo de estudo (1300), reforçando seu estilo de aprendizagem como apresentado a seguir:

- *input* = *indifferent* (11);
- *understanding* = *indifferent* (11);
- *processing* = *indifferent* (11);
- *perception* = *indifferent* (11).

Como não há mais assuntos do curso a serem estudados, a simulação dos estudos de Geni é finalizada.

D.3 Situação de Estudo XX

D.3.1 Considerações

Nessa simulação, foram considerados:

- estudante: Lucas Barros;
- dispositivo no estudo: tipo = *notebook*, modelo = LU.SG608.002, tamanho da tela = 11,6 polegadas e tipo de teclado = *laptop size*;
- mídias preferidas: audio = 5, vídeo = 1, *text* = 5, simulação = 1, jogos educacionais = 1 e animação = 1;

- estilos de aprendizagem inicial: *input* = *very verbal* (22), *processing* = *active* (6), *perception* = *sensorial* (5) e *understanding* = *sequential* (6);
- curso: C9, com carga horária de 15 h e três assuntos. Cada assunto, identificado pelo seu número, é composto pelos valores de desempenho, tempo de estudo e *keyword* iguais a:

I. 7, 1500 e K1,K8;

II. 7, 1500 e K2,K7;

III. 7, 1500 e K3,K6.

- há um conjunto de três objetos no repositório para cada assunto do curso;
- assuntos conhecidos pela estudante: conhece o I;
- tipo de adaptação selecionado para o curso: *pre-knowledge*. Os tipos *technology*, *performance* e *learning styles* não são habilitadas;
- critério de adaptação na seleção dos objetos de aprendizagem: norma ponderada;
- registro prévio de estudo no curso com desempenho ruim no assunto II, mas bom tempo de estudo e tempo de estudo ruim e bom desempenho no assunto III. Os valores para o desempenho e tempo de estudo do estudante em cada assunto, identificado pelo seu número, são:

I. 7 e 1500;

II. 3 e 1300;

III. 7 e 2350.

Esses valores de registro prévio foram utilizados durante a simulação do estudo.

D.3.2 Estudo de Lucas nos Assuntos do Curso C9

Na simulação dos estudos de Lucas, foram desabilitadas as adaptações *technology*, *performance* e *learning styles*. Assim, como o estudante conhece o assunto I, seus estudos serão simulados a partir do assunto II; além disso, o critério utilizado para selecionar o melhor objeto é a preferência pelos tipos de mídia informado pelo estudante.

No estudo do assunto II, foi selecionado o objeto O.2_A2.2C que possui as mídias *video* e *text*, contém os recursos *figure*, *graph*, *table*, *narrative text* e *exam*,

tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *low* e dificuldade *very easy*. Desse modo, pensando nessas características e nos estilos do estudante, observa-se que:

- *input = very verbal*: é provável que o objeto favoreça o estilo do estudante, pois é composto de recursos variados, incluindo *narrative text*, tipo de interatividade *mixed* e nível de interatividade *low*;
- *understanding = sequential*: é possível montá-lo de tal forma que contemple esse estilo de aprendizagem, visto que o estudante prefere a forma sequencial, lógica e encadeada de apresentação do conhecimento, e o objeto contém o recurso *narrative text*, tem tipo de interatividade *mixed* e nível *medium*;
- *processing = active*: como o estudante prefere estudar em grupo e trabalhar em procedimentos experimentais, não é provável que esse objeto contemple seu estilo; e
- *perception = sensorial*: o estudante é detalhista e paciente, memoriza com facilidade, não aprecia surpresas nem complicações, como o objeto tem densidade semântica *low* e dificuldade *very easy*, favorece esse estilo.

Tabela D.7: Simulação da situação XX - Classificação dos objetos no estudo do assunto II para o curso “C9”.

Title	pos Med
O_2_A2_2C	1
O_1_A2_2C	2
O_3_A2_2C	3

No estudo de O_2_A2_2C, Lucas tem desempenho ruim (3) e bom tempo de estudo (1300), mas continua os estudos no próximo assunto do curso, sem sofrer alteração nos seus estilos de aprendizagem.

Na simulação do estudo do assunto III, o objeto O_1_A3_2C, melhor classificado pelas mídias, é selecionado, conforme Tabela D.8. Esse objeto é de mídia *text*, é composto dos recursos *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *very high* e dificuldade *very difficulty*. Com base nas características desse objeto e dos estilos do estudante, tem-se que:

- *input = very verbal*: o objeto é composto de *narrative text*, com tipo de interatividade *mixed* e nível baixo de interatividade, assim, é provável que favoreça esse estilo;

- *understanding = sequential*: como o O_1_A3_2C possui tipo de interatividade *mixed* e nível *low*, além disso, como o estudante prefere a forma sequencial, lógica e encadeada de apresentação do conhecimento, é provável que esse objeto corresponda a essa dimensão do estilo;
- *processing = active*: com o recurso *narrative text*, tipo de interatividade *mixed* e nível *low* é provável que esse objeto não favoreça esse estilo; e
- *perception = sensorial*: o estudante é detalhista e paciente, memoriza com facilidade, não aprecia surpresas nem complicações, como o objeto tem densidade semântica *very high* e dificuldade *very difficulty*, não favorece esse estilo.

Tabela D.8: Simulação da situação XX - Classificação dos objetos no estudo do assunto III para o curso “C9”.

Title	pos Med
O_1_A3_2C	1
O_2_A3_2C	2
O_3_A3_2C	3

No estudo de O_1_A3_2C, Lucas tem bom desempenho (7) e tempo de estudo ruim (2350). Como não há mais assuntos a serem estudados, a simulação dos estudos finaliza.

D.4 Situação de Estudo XXI

D.4.1 Considerações

Nessa simulação, foram considerados:

- estudante: Fernando Oliveira;
- dispositivo no estudo: tipo = *notebook*, modelo = LU.SG608.002, tamanho da tela = 11,6 polegadas e tipo de teclado = *laptop size*;
- mídias preferidas: audio = 2, vídeo = 5, *text* = 4, simulação = 4, jogos educacionais = 5 e animação = 2;
- estilos de aprendizagem inicial: *input = indifferent* (13), *processing = active* (5), *perception = intuitive* (17) e *understanding = sequential* (6);

- curso: C9, com carga horária de 15 h e três assuntos. Cada assunto, identificado pelo seu número, é composto pelos valores de desempenho, tempo de estudo e *keyword* iguais a:

I. 7, 1500 e K1,K8;

II. 7, 1500 e K2,K7;

III. 7, 1500 e K3,K6.

- há um conjunto de três objetos no repositório para cada assunto do curso;
- assuntos conhecidos pela estudante: conhece o I;
- tipo de adaptação selecionado para o curso: *technology*. Os tipos *pre-knowledge*, *performance* e *learning styles* não são habilitadas;
- critério de adaptação na seleção dos objetos de aprendizagem: norma ponderada;
- registro prévio de estudo no curso com desempenho ruim no assunto II, mas bom tempo de estudo e tempo de estudo ruim e bom desempenho no assunto III. Os valores para o desempenho e tempo de estudo do estudante em cada assunto, identificado pelo seu número, são:

I. 7 e 1500;

II. 3 e 1300;

III. 7 e 2350.

Esses valores de registro prévio foram utilizados durante a simulação do estudo.

D.4.2 Estudo de Fernando nos Assuntos do Curso C9

Na simulação dos estudos de Fernando, estão desabilitadas as adaptações *pre-knowledge*, *performance* e *learning styles*. Assim, mesmo que o aluno conheça o assunto I, será necessário estudá-lo. Além disso, mesmo que Fernando não tenha bons resultados de desempenho e tempo de estudo em algum assunto do curso, não será oferecido reforço ou reestudo. Também, a adaptação levará em consideração somente a tecnologia utilizada e as preferências pelos tipos de mídia.

No estudo do assunto I, os objetos foram selecionados e recomendados ou não pela tecnologia e classificados pela preferência nos tipos de mídia, como apresentado na Tabela D.9, e foi selecionado o objeto O.2_A1.2C, de mídia *text*; recursos

slide e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *medium*, densidade semântica *low* e dificuldade *easy*. Relacionando esse objeto aos estilos de aprendizagem de Fernando, tem-se que:

- *input = indifferent*: nesse caso, os recursos não afetam o estilo;
- *understanding = sequential*: como o objeto tem nível de interatividade médio com recurso *slide*, é provável que favoreça esse estilo;
- *processing = active*: como o estudante prefere estudar em grupo e trabalhar em procedimentos experimentais e o objeto tem nível de interatividade médio e recurso *slide*, apesar de possível, pode não favorecer esse estilo; e
- *perception = intuitive*: como o objeto é fácil e tem baixa densidade semântica e o estudante gosta de inovação e de complicações, é provável que o objeto não corresponda ao estilo de Fernando.

Tabela D.9: Simulação da situação XXI - Classificação dos objetos no estudo do assunto I do curso “C9”.

Title	Tech	pos Med
O_3_A1_2C	N.Rec.	1
O_2_A1_2C	Rec.	2
O_1_A1_2C	Rec.	3

No estudo de O_2_A1_2C, Fernando obteve bons resultados de desempenho (7) e tempo de estudo (1500).

Na simulação do estudo do assunto II, foi selecionado o objeto O_1_A2_2C, recomendado pela tecnologia, conforme Tabela D.10. Esse objeto tem as mídias *simulation*, *educative game* e *text*, possui os recursos *simulation* e *exam*, tipo de interatividade *active*, nível de interatividade *very high*, densidade semântica *high* e dificuldade *medium*. Analisando os estilos com o objeto, observa-se que:

- *input = indifferent*: nesse caso, os valores não interferem na escolha;
- *understanding = sequential*: *simulation* com tipo de interatividade *active* e nível *very high* indica que o objeto é bastante interativo e como o estudante prefere a forma sequencial, lógica e encadeada de apresentação do conhecimento, é provável que o objeto não favoreça essa dimensão do estilo;
- *processing = active*: com *simulation*, pode-se construir objetos experimentais. Como esse estilo favorece quem prefere trabalhar em experimentos, o objeto pode ser compatível ao seu estilo; e

- *perception = intuitive*: como o objeto possui uma dificuldade média e densidade semântica alta pode ser favorável ao estilo de quem prefere trabalhar com situações complicadas e inovação.

Tabela D.10: Simulação da situação XXI - Classificação dos objetos no estudo do assunto II do curso “C9”.

Title	Tech	pos Med
O_2_A2_2C	N.Rec.	1
O_1_A2_2C	Rec.	2
O_3_A2_2C	N.Rec.	3

No estudo de O_1_A2_2C, Fernando obteve bom tempo de estudo (1300), mas desempenho ruim (3).

Na simulação do estudo do assunto III, conforme Tabela D.11, foi selecionado o objeto O_1_A3_2C, melhor classificado pela tecnologia. Esse objeto é de mídias *video* e *text*, composto dos recursos *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *very high* e dificuldade *very difficulty*. Com base nas características desse objeto e dos estilos do estudante, tem-se:

- *input = indifferent*: nesse caso, os valores não interferem na escolha;
- *understanding = sequential*: como o objeto possui o recurso *narrative text*, tipo de interatividade *expositive* e nível *low*, é provável que atenda a esse estilo;
- *processing = active*: o estudante prefere estudar em grupo e trabalhar em procedimentos experimentais, assim, devido as características do objeto, é provável que não favoreça esse estilo; e
- *perception = intuitive*: como o objeto possui uma dificuldade e densidade semântica muito alta pode ser favorável ao estilo de quem prefere trabalhar com complicações e inovação.

Tabela D.11: Simulação da situação XXI - Classificação dos objetos no estudo do assunto III do curso “C9”.

Title	Tech	pos Med
O_1_A3_2C	Rec.	1
O_2_A3_2C	Rec.	2
O_3_A3_2C	Rec.	3

No estudo de O.1_A3.2C, Fernando obteve bom desempenho (7) e tempo de estudo ruim (2350). Como não há mais assuntos do curso, a simulação do estudo finaliza.

D.5 Situação de Estudo XXII

D.5.1 Considerações

Nessa simulação, foram considerados:

- estudante: Ricardo da Silva Gomide;
- dispositivo no estudo: tipo = *notebook*, modelo = LU.SG608.002, tamanho da tela = 11,6 polegadas e tipo de teclado = *laptop size*;
- mídias preferidas: audio = 2, vídeo = 4, *text* = 5, simulação = 4, jogos educacionais = 2 e animação = 4;
- estilos de aprendizagem inicial: *input* = *verbal* (18), *processing* = *very active* (2), *perception* = *intuitive* (17) e *understanding* = *very global* (20);
- curso: C9, com carga horária de 15 h e três assuntos. Cada assunto, identificado pelo seu número, é composto pelos valores de desempenho, tempo de estudo e *keyword* iguais a:
 - I. 7, 1500 e K1,K8;
 - II. 7, 1500 e K2,K7;
 - III. 7, 1500 e K3,K6.
- há um conjunto de três objetos no repositório para cada assunto do curso;
- assuntos conhecidos pela estudante: conhece o I;
- tipo de adaptação selecionado para o curso: *performance*. Os tipos *pre-knowledge*, *technology* e *learning styles* não são habilitadas;
- critério de adaptação na seleção dos objetos de aprendizagem: norma ponderada;
- registro prévio de estudo no curso com tempo de estudo ruim no assunto I, mas bom desempenho e desempenho ruim e bom tempo de estudo no assunto II. Os valores para o desempenho e tempo de estudo do estudante em cada assunto, identificado pelo número assunto, são:

- I. 8 e 2450;
- II. 2 e 1400;
- III. 7 e 1500.

Esses valores de registro prévio foram utilizados durante a simulação do estudo.

D.5.2 Estudo de Ricardo nos Assuntos do Curso C9

Na simulação dos estudos de Ricardo, não estão habilitadas as adaptações por *pre-knowledge*, *technology* e *learning styles*, indicando que não há mudança de estilo de aprendizagem, independente dos resultados de desempenho e tempo de estudo em um assunto. Também, não é avaliada a tecnologia a ser apresentada o objeto de aprendizagem. Além disso, o estudante deve estudar todos os assuntos do curso, mesmo conhecendo o I.

Na simulação do estudo do assunto I, os objetos selecionados foram classificados pela preferência nos tipos de mídia, como ilustrado na Tabela D.12, e foi selecionado o objeto O.2_A1_2C, melhor classificado. Esse objeto possui a mídia *text*, é composto dos recursos *slide* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *medium*, densidade semântica *low* e dificuldade *easy*. Relacionando os estilos de aprendizagem de Ricardo com o objeto, tem-se que:

- *input = verbal*: como esse objeto tem o recurso *slide* com tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *medium*, é possível elaborá-lo para atender a esse estilo;
- *understanding = very global*: como o estudante tem dificuldade no aprendizado linear, necessitando da visão de conjunto para poder compreender os detalhes, utilizando-se *slide* com tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *medium*, é possível construir um material com essas características;
- *processing = very active*: o estudante prefere trabalhar em experimentos e estudar em grupo, nesse caso, o objeto não condiz com a preferência do estudante; e
- *perception = very intuitive*: como o objeto apresenta pouca dificuldade e densidade semântica baixa, pode não favorecer a preferência do estudante.

Tabela D.12: Simulação da situação XXII - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C9”.

Title	pos Med
O_2_A1_2C	1
O_3_A1_2C	2
O_1_A1_2C	3

No estudo de O_2_A1_2C, Ricardo obteve um bom desempenho (8), mas um tempo de de estudo razoável (2450), fazendo com que o simulador prossiga para o próximo assunto, porém ofereça como reforço o objeto O_3_A1_2C, ainda não estudado e segundo melhor classificado nas preferências pelo tipo de mídia (Tabela D.12). Esse objeto possui as mídias *vídeo* e *text*, é composto dos recursos *figure* e *exam*, tipo de interatividade *expositive*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *very high* e dificuldade *difficulty*. Associando o objeto com os estilos de aprendizagem de Ricardo, tem-se que:

- *input = verbal*: como esse objeto tem o recurso *figure* é provável que não atenda a esse estilo;
- *understanding = very global*: o estudante tem dificuldade no aprendizado linear, necessitando da visão de conjunto para poder compreender os detalhes, utilizando-se *video* com tipo de interatividade *expositive*, nível de interatividade *low*, não é possível elaborar um material com essas características;
- *processing = very active*: como o estudante prefere trabalhar em experimentos e estudar em grupo, nesse caso, o objeto não condiz com a preferência do estudante; e
- *perception = very intuitive*: como o objeto possui alta dificuldade e densidade semântica, favorece a preferência do estudante.

Na simulação do estudo do assunto II, foi selecionado o objeto O_2_A2_2C, melhor classificado nas preferências das mídias, conforme Tabela D.13. Esse objeto possui as mídias *vídeo* e *text*, contém os recursos *figure*, *graph*, *table*, *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *low* e dificuldade *very easy*. Desse modo, pensando nessas características e nos estilos do estudante, observa-se que:

- *input = verbal*: é provável que o objeto favoreça o estilo do estudante, pois é composto de *narrative text* com tipo de interatividade *mixed* e nível de interatividade *low*;

- *understanding = very global*: objeto contém vários recursos, tem tipo de interatividade *mixed* e nível *low*, o estudante tem dificuldade no aprendizado linear, necessitando da visão de conjunto para poder compreender os detalhes, assim, é improvável que o objeto venha contemplar esse estilo de aprendizagem;
- *processing = very active*: mesmo que o objeto contenha recursos variados, não é simples elaborar um objeto que contemple o estilo de quem prefere trabalhar em experimentos e estudar em grupo; e
- *perception = intuitive*: o estudante gosta de inovação e de complicações, mas o objeto é muito fácil e tem baixa densidade semântica, então, é provável que esse objeto não favoreça esse estilo.

Tabela D.13: Simulação da situação XXII - Classificação dos objetos no estudo do assunto II para o curso “C9”.

Title	pos Med
O_2_A2_2C	1
O_1_A2_2C	2
O_3_A2_2C	3

No estudo de O_2_A2_2C, o estudante obteve bom tempo de estudo (1400) e um desempenho ruim (2), forçando o simulador a oferecer um novo estudo no assunto II. Nesse novo estudo, foi selecionado o objeto O_1_A2_2C, segundo melhor classificado pela preferência nos tipos de mídia e ainda não estudado. Esse objeto tem as mídias *simulation*, *educative game* e *text*, possui os recursos *simulation* e *exam*, tipo de interatividade *active*, nível de interatividade *very high*, densidade semântica *high* e dificuldade *medium*. Analisando os estilos com o objeto, observa-se que:

- *input = verbal*: como o objeto tem *simulation* com tipo de interatividade *active* e nível de interatividade *very high*, é provável que não favoreça esse estilo;
- *understanding = very global*: *simulation* com tipo de interatividade *active* e nível *very high* indica que o objeto é bastante interativo e, como o estudante tem dificuldade no aprendizado linear, necessitando da visão de conjunto para poder compreender os detalhes, é possível construir uma simulação com essas características;

- *processing = very active*: com *simulation*, pode-se construir objetos experimentais. Como esse estilo favorece quem prefere trabalhar em experimentos, o objeto pode ser compatível ao seu estilo; e
- *perception = very intuitive*: como o objeto possui uma dificuldade média e densidade semântica alta pode ser favorável ao estilo de quem prefere trabalhar com situações complicadas e inovação.

No estudo de O_1_A2_2C, Ricardo obteve um tempo de estudo (1300) e um bom desempenho (8) prosseguindo para o próximo assunto.

Na simulação do estudo do assunto III, o objeto selecionado foi o O_1_A3_2C, melhor classificado na preferência pelos tipos de mídia, como pode ser observado na Tabela D.14. Esse objeto possui a mídia *text*, é composto dos recursos *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *very high* e dificuldade *very difficulty*. Com base nas características desse objeto e dos estilos do estudante, tem-se que:

- *input = verbal*: o objeto é composto do recurso *narrative text* com tipo de interatividade *mixed* e nível de interatividade *low*, assim, é provável que favoreça esse estilo;
- *understanding = very global*: como o objeto possui o recurso *narrative text*, tipo de interatividade *expositive* e nível *low*, além disso, como o estudante tem dificuldade no aprendizado linear, necessitando da visão de conjunto para poder compreender os detalhes, é possível que esse objeto não corresponda a essa dimensão do estilo;
- *processing = very active*: como o estudante prefere estudar em grupo e trabalhar em procedimentos experimentais e o objeto é composto do recurso *narrative text* com tipo de interatividade *mixed* e nível de interatividade *low*, é provável que não favoreça essa dimensão do estilo; e
- *perception = intuitive*: como o objeto possui muita dificuldade e densidade semântica muito alta pode ser favorável ao estilo de quem prefere trabalhar com complicações e inovação.

No estudo de O_1_A3_2C, Ricardo obteve bons resultados de desempenho (7) e tempo de estudo (1500) e, como não há mais assuntos do curso a estudar, a simulação finaliza.

Tabela D.14: Simulação da situação XXII - Classificação dos objetos no estudo do assunto III para o curso “C9”.

Title	pos Med
O_1_A3_2C	1
O_2_A3_2C	2
O_3_A3_2C	3

D.6 Situação de Estudo XXIII

D.6.1 Considerações

Nessa simulação, foram considerados:

- estudante: Eduardo Oliveira;
- dispositivo no estudo: tipo = *smartphone*, modelo = XPERIA X10, tamanho da tela = 4 polegadas e tipo de teclado = *software keyboard*;
- mídias preferidas: audio = 3, vídeo = 5, *text* = 2, simulação = 4, jogos educacionais = 4 e animação = 5;
- estilos de aprendizagem inicial: *input* = *visual* (4), *processing* = *active* (6), *perception* = *very sensorial* (0) e *understanding* = *global* (17);
- curso: C9, com carga horária de 15 h e três assuntos. Cada assunto, identificado pelo seu número, é composto pelos valores de desempenho, tempo de estudo e *keyword* iguais a:
 - 7, 1500 e K1,K8;
 - 7, 1500 e K2,K7;
 - 7, 1500 e K3,K6.
- há um conjunto de três objetos no repositório para cada assunto do curso;
- assuntos conhecidos pela estudante: conhece I e III;
- nenhum tipo de adaptação foi selecionado;
- critério de adaptação na seleção dos objetos de aprendizagem: norma ponderada;
- registro prévio de estudo no curso com tempo de estudo ruim no assunto I, mas bom desempenho e desempenho ruim e bom tempo de estudo no assunto II. Os valores para o desempenho e tempo de estudo do estudante em cada assunto, identificado pelo seu número, são:

- I. 7 e 3000;
- II. 2 e 1400;
- III. 8 e 1350.

Esses valores de registro prévio foram utilizados durante a simulação do estudo.

D.6.2 Estudo de Eduardo nos Assuntos do Curso C9

Na simulação dos estudos de Eduardo, nenhuma adaptação foi habilitada. Assim, mesmo que o estudante conheça os assuntos I e III, deverá estudá-los. Além disso, não será considerado o tipo de dispositivo utilizado para o estudo. Também, caso o estudante não tenha bons resultados de desempenho e tempo de estudo, em algum assunto, não será oferecido nenhum reforço ou reestudo. E, finalmente, não será avaliada nenhuma alteração nos estilos de aprendizagem de Eduardo. Dessa forma, o critério utilizado para seleção do melhor objeto será as preferências pelos tipos de mídia do estudante.

Na simulação do estudo para o assunto I, foi selecionado o objeto O_3_A1_2C, melhor classificado pelos tipos de mídia, como apresentado na Tabela D.15. Esse objeto é de mídias *video* e *text* e atende à preferência fornecida pelo estudante. Também, possui os recursos *figure* e *exam*, tipo de interatividade *expositive*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *very high* e dificuldade *difficulty*. Associando o objeto com os estilos de aprendizagem de Ricardo, tem-se que:

- *input = visual*: como esse objeto tem o recurso *figure*, é provável que atenda a esse estilo;
- *understanding = global*: o estudante tem dificuldade no aprendizado linear, necessitando da visão de conjunto para poder compreender os detalhes, utilizando-se *video* com tipo de interatividade *expositive*, nível de interatividade *low*, não é possível elaborar um material com essas características;
- *processing = active*: como o estudante prefere trabalhar em experimentos e estudar em grupo, nesse caso, o objeto não condiz com a preferência do estudante; e
- *perception = very sensorial*: como o objeto possui alta dificuldade e densidade semântica, não favorecendo a preferência do estudante.

Tabela D.15: Simulação da situação XXIII - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C9”.

Title	pos Med
O_3_A1_2C	1
O_1_A1_2C	2
O_2_A1_2C	3

No estudo de O_3_A1_2C, Eduardo obteve bom desempenho (7), porém tempo de estudo ruim (3000). Mesmo assim, a simulação prossegue para o próximo assunto.

Na simulação do estudo do assunto II, foi selecionado o objeto O_3_A2_2C, melhor classificado pela preferência nos tipos de mídia, conforme Tabela D.16. O_3_A2_2C tem as mídias *video*, *audio*, *educative game*, *simulation*, *animation* e *text* e favorece as preferências informadas pelo estudante. O objeto é composto dos recursos *simulation*, *figure*, *diagram*, *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *medium*, densidade semântica *medium* e dificuldade *easy*. Então, considerando as características de O_3_A2_2C e os estilos do estudante, observa-se que:

- *input = visual*: como o objeto é composto de recursos variados, incluindo *figure* e *diagram*, é possível que favoreça o estilo do estudante;
- *understanding = global*: visto que o objeto tem tipo de interatividade *mixed* e nível *medium*, além disso, como o estudante tem dificuldade no aprendizado linear, necessitando da visão de conjunto para poder compreender os detalhes, é possível montar um objeto com essas características e recursos que contemple esse estilo de aprendizagem;
- *processing = active*: nesse caso, os recursos do objeto são variados, sendo possível elaborá-lo, dependendo do assunto, para contemplar o estudante que prefere estudar em grupo e trabalhar em procedimentos experimentais; e
- *perception = very sensorial*: como o objeto tem pouca dificuldade e densidade semântica média e o estudante não tem facilidade em trabalhar com situações complicadas e inovação, é possível que o objeto corresponda ao estilo de Eduardo.

No estudo do objeto O_3_A2_2C, Eduardo obteve bom tempo de estudo (1400), mas desempenho ruim (2) e continua a estudar o próximo assunto do curso.

Tabela D.16: Simulação da situação XXIII - Classificação dos objetos no estudo do assunto II para o curso “C9”.

Title	pos Med
O_3_A2_2C	1
O_2_A2_2C	2
O_1_A2_2C	3

Na simulação do estudo do assunto III, o objeto melhor classificado foi o O_2_A3_2C, conforme pode-se visualizar na Tabela D.17. Esse objeto possui as mídias *audio* e *text*, melhor indicado, comparando-se as mídias de O_1_A3_2C, que possui somente *text*, e idêntico as mídias de O_3_A3_2C. O_2_A3_2C contém os recursos *figure*, *table*, *narrative text*, *questionnaire*, *exam*, tipo de interatividade *expositive*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *medium* e dificuldade *medium*. Considerando as características desse objeto e os estilos do estudante, verifica-se que:

- *input = visual*: como o objeto apresenta *figure* e o estudante preferência à informação em forma de figuras, símbolos, gráficos, mapas, o objeto selecionado pode contemplar essa dimensão do estilo;
- *understanding = global*: o estudante tem dificuldade no aprendizado linear, necessitando da visão de conjunto para poder compreender os detalhes, como o objeto tem tipo de interatividade *expositive* e nível de interatividade *low*, é provável que não atenda a esse estilo;
- *processing = active*: como o estudante prefere estudar em grupo e trabalhar em procedimentos experimentais e o objeto é composto de *narrative text* com tipo de interatividade *expositive*, baixo nível de interatividade, densidade semântica e dificuldade média é provável que o objeto não favoreça esse estilo; e
- *perception = very sensorial*: o objeto tem dificuldade e densidade semântica média e o estudante não tem facilidade em trabalhar com surpresas e situações complicadas, é possível que o objeto corresponda ao estilo de Eduardo.

No estudo de O_2_A3_2C, Eduardo obteve bons resultados de desempenho (8) e tempo de estudo (1350). Como não há mais assuntos a serem estudados, a simulação finaliza.

Tabela D.17: Simulação da situação XXIII - Classificação dos objetos no estudo do assunto III para o curso “C9”.

Title	pos Med
O_2_A3_2C	1
O_3_A3_2C	2
O_1_A3_2C	3

D.7 Situação de Estudo XXIV

D.7.1 Considerações

Nessa simulação, foram considerados:

- estudante: Fernando Gabeira;
- dispositivo no estudo: tipo = *notebook*, modelo = LU.SG608.002, tamanho da tela = 11,6 polegadas e tipo de teclado = *laptop size*;
- mídias preferidas: audio = 2, vídeo = 5, *text* = 4, simulação = 4, jogos educacionais = 5 e animação = 2;
- estilos de aprendizagem inicial: *input* = *visual* (4), *processing* = *reflexive* (18), *perception* = *intuitive* (18) e *understanding* = *very global* (22);
- curso: C9, com carga horária de 15 h e três assuntos. Cada assunto, identificado pelo seu número, é composto pelos valores de desempenho, tempo de estudo e *keyword* iguais a:
 - 7, 1500 e K1,K8;
 - 7, 1500 e K2,K7;
 - 7, 1500 e K3,K6.
- há um conjunto de três objetos no repositório para cada assunto do curso;
- assuntos conhecidos pela estudante: conhece I e III;
- tipo de adaptação selecionado para o curso: *learning styles*. Os tipos *pre-knowledge*, *technology* e *performance* não são habilitadas;
- critério de adaptação na seleção dos objetos de aprendizagem: norma ponderada;
- registro prévio de estudo no curso com tempo de estudo e desempenho ruim no assunto II. Os valores para o desempenho e tempo de estudo do estudante em cada assunto, identificado pelo seu número, são:

- I. 7 e 1400;
- II. 2 e 2800;
- III. 7 e 1500.

Esses valores de registro prévio foram utilizados durante a simulação do estudo.

D.7.2 Estudo de Fernando nos Assuntos do Curso C9

Na simulação dos estudos de Fernando, as adaptações *pre-knowledge*, *technology* e *performance* não foram habilitadas. Então, mesmo que o estudante conheça os assuntos I e III do curso, deverá estudá-los. Outro ponto, caso o estudante não tenha bons resultados de *performance*, não será oferecido reforço e nem reestudo. Além disso, o simulador não irá avaliar como recomendado ou não o tipo de dispositivo para apresentar os objetos de aprendizagem. No entanto, o estilo de aprendizagem e as preferências nos tipos de mídia serão utilizado como critério de avaliação.

Na simulação do estudo do assunto I, os objetos foram selecionados e classificados pela norma ponderada, votação e preferência das mídias, como disponibilizado na Tabela D.18, e foi selecionado o objeto O.2.A1.2C, melhor classificado pela norma ponderada e votação. Esse objeto de mídia *text*, é composto dos recursos *slide* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *medium*, densidade semântica *low* e dificuldade *easy*. Relacionando os estilos de aprendizagem de Fernando com o objeto, tem-se que:

- *input = visual*: o estudante tem preferência à informação em forma de figuras, símbolos, gráficos, mapas, e como o objeto tem o recurso *slide* sem figuras, é provável que não atenda esse estilo;
- *understanding = very global*: como o estudante tem dificuldade no aprendizado linear, necessitando da visão de conjunto para poder compreender os detalhes, utilizando-se *slide* com tipo de interatividade *mixed* e nível de interatividade *medium*, é possível construir um material com essas características;
- *processing = reflexive*: o estudante prefere o estudo individual e procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos, nesse caso, o objeto contendo o recurso *slide*, densidade semântica *low* e

dificuldade *easy*, é possível, mas não provável, que favoreça a preferência do estudante; e

- *perception = intuitive*: como o objeto possui pouca dificuldade e densidade semântica baixa, pode não ser condizente com a preferência do estudante.

Na Tabela D.18, pode-se verificar que:

- Todos os valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**) são diferentes, no entanto, os dois últimos objetos possuem valores próximos, indicando que esses dois objetos têm praticamente a mesma distância do estilo de aprendizagem de Fernando.
- O critério votação (**Vot tot**) é composto por todos os valores diferentes e posicionamento coincidente (**pos** **Vot**) do primeiro objeto em relação à classificação pela norma ponderada (**pos** **WN**).
- Coincidência há no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos** **Med**) em comparação à norma ponderada (**pos** **WN**) somente para o último objeto da relação.

Tabela D.18: Simulação da situação XXIV - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C9”.

Title	pos WN	WN value	pos	Vot	Vot tot	pos Med
O_2_A1_2C	1	4,24	1	3	2	
O_3_A1_2C	2	5,18	3	0	1	
O_1_A1_2C	3	5,28	2	1	3	

No estudo de O_2_A1_2C, Fernando obteve bom desempenho (7) e bom tempo de estudo (1400), mantendo o estado do seu estilo de aprendizagem e fortalecendo a proximidade dos valores de cada dimensão, como pode-se observar abaixo:

- *input = visual* (5);
- *understanding = very global* (20);
- *processing = reflexive* (17);
- *perception = intuitive* (17).

Na simulação do estudo do assunto II, foi selecionado o objeto O_3_A2_2C, melhor classificado pela norma ponderada, conforme Tabela D.19. O objeto

O_3_A2_2C tem as mídias *video*, *audio*, *educative game*, *simulation*, *animation* e *text*, é composto dos recursos *simulation*, *figure*, *diagram*, *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *medium*, densidade semântica *medium* e dificuldade *easy*. Considerando as características desse objeto e os estilos do estudante, observa-se que:

- *input = visual*: como o objeto é composto de recursos variados, incluindo *figure* e *diagram*, é provável que favoreça essa dimensão do estilo;
- *understanding = very global*: como o objeto apresenta tipo de interatividade *mixed* e nível *medium*; além disso, como o estudante tem dificuldade no aprendizado linear, necessitando da visão de conjunto para poder compreender os detalhes, é possível montar um objeto com essas características e recursos que contemple esse estilo de aprendizagem;
- *processing = reflexive*: como o estudante prefere o estudo individual e procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos, e o objeto é composto de recursos variados, incluindo *narrative text* com densidade semântica *medium*, é provável que favoreça esse estilo; e
- *perception = intuitive*: como o objeto tem pouca dificuldade e densidade semântica média e o estudante prefere trabalhar com situações complicadas e inovação, é possível que o objeto corresponda ao estilo de Fernando nessa dimensão.

Na Tabela D.19, também, observa-se que:

- Todos os valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**) são diferentes, porém os dois primeiros objetos possuem valores próximos, indicando que esses dois objetos têm praticamente a mesma distância do estilo de aprendizagem de Fernando.
- O critério votação (**Vot tot**) é composto por todos os valores diferentes e com nenhum posicionamento coincidente (**pos** **Vot**) com a classificação pela norma ponderada (**pos** **WN**).
- Coincidência existe no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos** **Med**) em comparação à norma ponderada (**pos** **WN**) para o segundo objeto da relação.

No estudo de O_3_A2_2C, Fernando obteve resultados ruins de desempenho (2) e tempo de estudo (2800), alterando seu estilo de aprendizagem para:

Tabela D.19: Simulação da situação XXIV - Classificação dos objetos no estudo do assunto II para o curso “C9”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	pos Med
O_3_A2_2C	1	4,14	3	0	3
O_1_A2_2C	2	4,36	1	3	2
O_2_A2_2C	3	5,11	2	1	1

- *input* = *very verbal* (20);
- *understanding* = *sequential* (7);
- *processing* = *very active* (2);
- *perception* = *very sensorial* (2).

Na simulação do estudo do assunto III, foi selecionado o objeto O_1_A3_2C, melhor classificado pela norma ponderada, como pode-se observar na Tabela D.20. Esse objeto têm as mídias *video* e *text*, possui os recursos *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *very high* e dificuldade *very difficulty*. Com base nas características desse objeto e dos estilos do estudante, tem-se que:

- *input* = *very verbal*: como o objeto é composto de *narrative text* com baixo nível de interatividade e tipo de interatividade *mixed* é provável que contemple esse estilo;
- *understanding* = *sequential*: como o objeto possui o recurso *narrative text*, tipo de interatividade *mixed* e nível *low*, além disso, como o estudante prefere a forma sequencial, lógica e encadeada de apresentação do conhecimento, é possível que esse objeto corresponda a essa dimensão do estilo;
- *processing* = *very active*: o estudante prefere estudar em grupo e trabalhar em procedimentos experimentais, porém com o objeto contendo as características descritas é provável que não atenda a esse estilo; e
- *perception* = *very sensorial*: como o objeto possui uma dificuldade e densidade semântica muito alta, pode não ser favorável a quem não aprecia surpresas nem complicações.

Analisando os outros valores da Tabela D.20, verifica-se que:

- Os valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**) O_2_A3_2C e O_3_A3_2C são iguais indicando que esses objetos possuem mesma distância ao estilo de aprendizagem de Fernando.
- O critério votação (**Vot tot**) é composto por dois valores diferentes (3 e 1) e tem posicionamento coincidente (**pos** **Vot**) com todos os objetos classificados pela norma ponderada (**pos** **WN**).
- Coincidência há no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos** **Med**) em comparação à norma ponderada (**pos** **WN**) para o primeiro e o segundo objeto melhores classificados.

Tabela D.20: Simulação da situação XXIV - Classificação dos objetos no estudo do assunto III para o curso “C9”.

Title	pos WN	WN value	pos	Vot tot	pos Med
O_1_A3_2C	1	5,29	1	3	1
O_2_A3_2C	2	6,08	2	1	2
O_3_A3_2C	2	6,08	2	1	3

No estudo desse assunto, Fernando obteve bom tempo de estudo (1500) e bom desempenho (7), por esse fato, seu estilo de aprendizagem não sofreu alteração, fortalecendo o estilo atual para:

- *input* = *very verbal* (20);
- *understanding* = *sequential* (8);
- *processing* = *very active* (2);
- *perception* = *very sensorial* (2).

Como não há mais assuntos a serem estudados, a simulação dos estudos de Fernando finaliza.

D.8 Situação de Estudo XXV

D.8.1 Considerações

Nessa simulação, foram considerados:

- estudante: Alberto Seixas;

- dispositivo no estudo: tipo = *notebook*, modelo = LU.SG608.002, tamanho da tela = 11,6 polegadas e tipo de teclado = *laptop size*;
- mídias preferidas: audio = 2, vídeo = 4, *text* = 4, simulação = 2, jogos educacionais = 3 e animação = 3;
- estilos de aprendizagem inicial: *input* = *verbal* (17), *processing* = *reflexive* (17) , *perception* = *indifferent* (11) e *understanding* = *indifferent* (11);
- curso: C9, com carga horária de 15 h e três assuntos. Cada assunto, identificado pelo seu número, é composto pelos valores de desempenho, tempo de estudo e *keyword* iguais a:

I. 7, 1500 e K1,K8;

II. 7, 1500 e K2,K7;

III. 7, 1500 e K3,K6.

- há um conjunto de três objetos no repositório para cada assunto do curso;
- assuntos conhecidos pela estudante: conhece I e III;
- tipo de adaptação selecionado para o curso: *performance*. Os tipos *pre-knowledge*, *technology* e *learning styles* não são habilitadas;
- critério de adaptação na seleção dos objetos de aprendizagem: norma ponderada;
- registro prévio de estudo no curso com tempo de estudo e desempenho ruim no assunto II. Os valores para o desempenho e tempo de estudo do estudante em cada assunto, identificado pelo seu número, são:

I. 7 e 1400;

II. 2 e 2800;

III. 7 e 1500.

Esses valores de registro prévio foram utilizados durante a simulação do estudo.

D.8.2 Estudo de Alberto nos Assuntos do Curso C9

Na simulação dos estudos de Alberto no curso C9, foram desabilitadas as adaptações *pre-knowledge*, *technology* e *learning styles*. Assim, o estudante deve estudar todos os assuntos do curso, mesmo que conheça os assuntos I e III.

Também, seus estilos de aprendizagem não serão alterados com resultados ruins de desempenho e tempo de estudo. Além disso, não será avaliada recomendação de apresentação dos objetos no dispositivo utilizado para estudo. Então, na classificação dos objetos, será utilizada a preferência pelos tipos de mídias.

No estudo do assunto I, os objetos selecionados foram classificados pela preferência nos tipos de mídias, conforme Tabela D.21, e foi selecionado o objeto O_3_A1_2C, melhor classificado. O objeto possui as mídias *video* e *text*. Ao informar as suas preferências em relação aos tipos de mídias, Alberto indicou *video* e *text* como sua maior preferência (valor 4).

O objeto O_3_A1_2C é composto dos recursos *figure* e *exam*, tipo de interatividade *expositive*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *very high* e dificuldade *difficulty*. Associando o objeto com os estilos de aprendizagem de Alberto, tem-se que:

- *input = verbal*: como esse objeto tem o recurso *figure*, é provável que não atenda a esse estilo;
- *understanding = indifferent* e *perception = indifferent*: nesse caso, os valores não interferem na escolha; e
- *processing = reflexive*: como o estudante prefere o estudo individual e procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos, nesse caso, devido as suas características, o objeto pode não ser condizente com a preferência do estudante.

Tabela D.21: Simulação da situação XXV - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C9”.

Title	pos Med
O_3_A1_2C	1
O_2_A1_2C	2
O_1_A1_2C	3

No estudo do O_3_A1_2C, Alberto obteve bons resultados de desempenho (1400) e tempo de estudo (7), prosseguindo para o próximo assunto do curso.

Na simulação do estudo do assunto II, foi selecionado o objeto O_2_A2_2C, melhor classificado nas preferências pelos tipos de mídia, como apresentado na Tabela D.22. Esse objeto tem as mídias *video* e *text* e tem a mesma análise realizada para o objeto estudado do assunto anterior.

O objeto O_2_A2_2C tem os recursos *figure*, *graph*, *table*, *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *low* e dificuldade *very easy*. Desse modo, pensando nessas características e nos estilos do estudante, observa-se que:

- *input = verbal*: é provável que o objeto favoreça o estilo do estudante, pois é composto de recursos variados, incluindo *narrative text*, tipo de interatividade *mixed* e nível de interatividade *low*;
- *understanding = indifferent* e *perception = indifferent*: nesse caso, os valores não interferem na escolha; e
- *processing = reflexive*: como o estudante prefere procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos, dependendo do assunto, é possível elaborar um objeto que contemple seu estilo.

Tabela D.22: Simulação da situação XXV - Classificação dos objetos no estudo do assunto II para o curso “C9”.

Title	pos Med
O_2_A2_2C	1
O_1_A2_2C	2
O_3_A2_2C	3

No estudo do objeto O_2_A2_2C, o estudante obteve resultados ruins de desempenho (2) e tempo de estudo (2800), fazendo o aluno permanecer no assunto II.

No reestudo do assunto II, foi selecionado o objeto O_1_A2_2C, segundo melhor classificado nas preferências pelo tipos de mídia, conforme ilustrado na Tabela D.22. Esse objeto possui as mídias *simulation*, *educative game* e *text*, com valores de preferência 2, 3 e 4 informadas por Alberto.

O objeto O_1_A2_2C possui os recursos *simulation*, *figure*, *diagram*, *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *medium*, densidade semântica *medium* e dificuldade *easy*. Considerando as características desse objeto e os estilos do estudante, observa-se que:

- *input = verbal*: nesse caso, como o objeto possui *simulation*, *figure* e *diagram*, é possível que não atenda esse estilo;
- *understanding = indifferent* e *perception = indifferent*: nesse caso, os valores não interferem na escolha; e

- *processing = reflexive*: como o estudante prefere procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos, e o objeto possui *simulation*, é possível que não contemple seu estilo.

No reestudo do assunto II, Alberto obteve bons resultados de desempenho (8) e tempo de estudo (1300), avançando para o próximo assunto do curso.

No estudo do assunto III, os objetos foram selecionados e classificados, como apresentado na Tabela D.23, e foi selecionado o objeto O_1_A3_2C, melhor classificado. O objeto O_1_A3_2C tem a mídia *text*, compatível com a preferência do estudante.

O objeto O_1_A3_2C possui os recursos *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *very high* e dificuldade *very difficulty*. Com base nas características desse objeto e dos estilos do estudante, tem-se que:

- *input = verbal*: o objeto é composto de *narrative text*, com tipo de interatividade *mixed* e nível baixo de interatividade, e pode favorecer esse estilo;
- *understanding = indifferent* e *perception = indifferent*: nesse caso, os valores não interferem na escolha; e
- *processing = reflexive*: com o recurso *narrative text*, tipo de interatividade *mixed* e nível *low* é possível elaborar um objeto que favoreça o estudante que prefere procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos.

Tabela D.23: Simulação da situação XXV - Classificação dos objetos no estudo do assunto III para o curso “C9”.

Title	pos Med
O_1_A3_2C	1
O_2_A3_2C	2
O_3_A3_2C	3

No estudo do objeto O_1_A3_2C, Alberto obteve bons resultados de desempenho (7) e tempo de estudo (1500) e a simulação dos seus estudos finaliza.

D.9 Situação de Estudo XXVI

D.9.1 Considerações

Nessa simulação, foram considerados:

- estudante: Fabiana Murer;
- dispositivo no estudo: tipo = *notebook*, modelo = LU.SG608.002, tamanho da tela = 11,6 polegadas e tipo de teclado = *laptop size*;
- mídias preferidas: audio = 4, vídeo = 3, *text* = 5, simulação = 2, jogos educacionais = 2 e animação = 3;
- estilos de aprendizagem inicial: *input* = *verbal* (18), *processing* = *reflexive* (18) , *perception* = *sensorial* (3.8) e *understanding* = *global* (18);
- curso: C9, com carga horária de 15 h e três assuntos. Cada assunto, identificado pelo seu número, é composto pelos valores de desempenho, tempo de estudo e *keyword* iguais a:
 - I. 7, 1500 e K1,K8;
 - II. 7, 1500 e K2,K7;
 - III. 7, 1500 e K3,K6.
- há um conjunto de três objetos no repositório para cada assunto do curso;
- assuntos conhecidos pela estudante: conhece I e III;
- tipo de adaptação selecionado para o curso: *performance* e *learning styles*. Os tipos *pre-knowledge* e *technology* não são habilitadas;
- critério de adaptação na seleção dos objetos de aprendizagem: norma ponderada;
- registro prévio de estudo no curso com tempo de estudo e desempenho ruim no assunto II. Os valores para o desempenho e tempo de estudo do estudante em cada assunto, identificado pelo seu número, são:
 - I. 7 e 1400;
 - II. 2 e 2800;
 - III. 7 e 1500.

Esses valores de registro prévio foram utilizados durante a simulação do estudo.

D.9.2 Estudo de Fabiana nos Assuntos do Curso C9

Na simulação dos estudos de Fabiana, as adaptações *pre-knowledge* e *technology* foram desabilitadas, e serão consideradas somente as adaptações pela *performance* e *learning styles*. Dessa forma, os conhecimentos dos assuntos I e III pela estudante não serão avaliados pelo simulador e devem ser estudados. Além disso, não será avaliado a recomendação ou não dos objetos para apresentar na tecnologia utilizada para estudo.

Na simulação de estudo do assunto I, os objetos selecionados foram classificados pela norma ponderada, votação e preferência nos tipos de mídias, como apresentado na Tabela D.24, e foi selecionado o objeto O_2_A1_2C, melhor classificado e constituído da mídia *text*, de maior preferência pela estudante. Esse objeto possui os recursos *slide* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *medium*, densidade semântica *low* e dificuldade *easy*, relacionando-se aos estilos do estudante, como segue:

- *input = verbal*: um *slide* que não possui outros recursos, provavelmente, é textual, favorecendo esse estilo;
- *understanding = global*: *slide* com tipo de interatividade *mixed* e nível *medium* indica que o objeto é relativamente interativo e como o estudante tem dificuldade no aprendizado linear, necessitando da visão de conjunto para poder compreender os detalhes, é possível construir o objeto com essas características;
- *processing = reflexive*: como o estudante prefere exame e manipulação mental da informação, o estudo individual e procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos, um objeto que favoreça esse estilo com o recurso *slide* é possível de ser construído; e
- *perception = sensorial*: como o objeto possui baixa dificuldade, pode ser favorável ao estilo de quem é detalhista e não aprecia surpresas nem complicações.

Observando detalhes da Tabela D.24, pode-se verificar que:

- Todos os valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**) são diferentes, no entanto, os seus valores são bem próximos, indicando que os objetos têm, praticamente, a mesma proximidade do estilo de aprendizagem de Fabiana.

- O critério votação (**Vot tot**) é composto por dois valores diferentes (2 e 1) e com posicionamento coincidente (**pos** **Vot**) em relação à classificação pela norma ponderada (**pos** **WN**) para os dois primeiros objetos.
- Coincidência existe no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos** **Med**) em comparação à norma ponderada (**pos** **WN**) para todos os objetos da relação.

Tabela D.24: Simulação da situação XXVI - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C9”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	pos Med
O_2_A1_2C	1	5,92	1	2	1
O_3_A1_2C	2	6,08	2	1	2
O_1_A1_2C	3	6,12	2	1	3

No estudo de O_2_A1_2C Fabiana, obteve bons resultados de desempenho (7) e tempo de estudo (1400), prosseguindo no próximo assunto do curso. Em função desses bons resultados os estilos de aprendizagem se reforçaram, com sensível alteração nos seus valores, como apresentado abaixo:

- *input = verbal* (17);
- *understanding = global* (17);
- *processing = reflexive* (17);
- *perception = sensorial* (5).

Na simulação do estudo para o assunto II, foi selecionado o objeto O_3_A2_2C, melhor classificado pela norma ponderada, conforme Tabela D.25. Esse objeto é composto das mídias *video*, *audio*, *educative game*, *simulation*, *animation*, *text*, contém os recursos *simulation*, *figure*, *diagram*, *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *medium*, densidade semântica *medium* e dificuldade *easy*; e considerando as suas características e os estilos do estudante, observa-se que:

- *input = verbal*: como o objeto é composto de recursos variados, é provável que não favoreça, totalmente, o estilo da estudante, mesmo contendo *narrative text*;

- *understanding = global*: visto que o objeto tem tipo de interatividade *mixed* e nível *medium*; além disso, como o estudante tem dificuldade no aprendizado linear, necessitando da visão de conjunto para poder compreender os detalhes, é possível montar um objeto com essas características e recursos que contemple esse estilo de aprendizagem;
- *processing = reflexive*: nesse caso, os recursos do objeto são variados, sendo possível elaborá-lo, dependendo do assunto, para contemplar procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos; e
- *perception = sensorial*: como o objeto tem pouca dificuldade e densidade semântica média e o estudante não tem facilidade em trabalhar com situações complicadas e inovação, é provável que o objeto corresponda ao estilo de Fabiana.

Na Tabela D.25, também, avalia-se que:

- Todos os valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**) são diferentes, no entanto, os dois primeiros objetos, apesar de terem valores diferentes, são relativamente próximos, indicando que seus valores tem boa proximidade do estilo de aprendizagem de Fabiana.
- O critério votação (**Vot tot**) é composto por dois valores diferentes (1 e 2) e nenhum posicionamento coincidente (**pos** **Vot**) em relação à classificação pela norma ponderada (**pos** **WN**). Se fosse utilizado esse critério, o objeto O_2_A2_2C seria o selecionado.
- Coincidência não há no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos** **Med**) para os dois primeiros objetos, se comparado com a norma ponderada (**pos** **WN**).

Tabela D.25: Simulação da situação XXVI - Classificação dos objetos no primeiro estudo do assunto II para o curso “C9”.

Title	pos WN	WN value	pos	Vot	Vot tot	pos Med
O_3_A2_2C	1	3,41	2		1	2
O_2_A2_2C	2	3,96	1		2	1
O_1_A2_2C	3	4,85	2		1	3

No estudo do objeto O_3_A2_2C, Fabiana não obteve bons resultados de desempenho (2) e tempo de estudo (2800), permanecendo no estudo desse assunto e alterando seu estilo de aprendizagem para:

- *input* = *very visual* (2);
- *understanding* = *very sequential* (2);
- *processing* = *very active* (2);
- *perception* = *very intuitive* (20).

Na simulação do reestudo do assunto II, foi selecionado o objeto O_1_A2_2C, melhor classificado pela norma ponderada, como apresentado na Tabela D.26. Esse objeto é de mídias *simulation*, *educative game* e *text*, contém os recursos *simulation* e *exam*, tipo de interatividade *active*, nível de interatividade *very high*, densidade semântica *high* e dificuldade *medium*. Analisando os estilos com o objeto, observa-se que:

- *input* = *very visual*: uma *simulation* normalmente é visual, assim, esse objeto pode favorecer esse estilo;
- *understanding* = *very sequential*: *simulation* com tipo de interatividade *active* e nível *very high* indica que o objeto é bastante interativo e como o estudante prefere a forma sequencial, lógica e encadeada de apresentação do conhecimento, provavelmente, O_1_A2_2C não favorece esse estilo;
- *processing* = *very active*: com *simulation*, pode-se construir objetos experimentais. Como esse estilo favorece quem prefere trabalhar em experimentos, o objeto pode ser compatível ao seu estilo; e
- *perception* = *very intuitive*: como o objeto possui uma dificuldade média e densidade semântica alta, pode ser favorável ao estilo de quem prefere trabalhar com situações complicadas e inovação.

Analisando a Tabela D.26, também, pode-se verificar que:

- Todos os valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**) são diferentes, porém os dois primeiros objetos, apesar de terem valores diferentes, são bem próximos, indicando que seus valores tem boa proximidade do estilo de aprendizagem da estudante.
- O critério votação (**Vot tot**) possui todos os valores diferentes e com posicionamento coincidente (**pos** **Vot**) para o objeto melhor classificado, O_1_A2_2C, em relação à classificação pela norma ponderada (**pos** **WN**).

- Coincidência existe no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos Med**) em comparação à norma ponderada (**pos WN**) somente para o objeto O_3_A2_2C.

Tabela D.26: Simulação da situação XXVI - Classificação dos objetos no segundo estudo do assunto II para o curso “C9”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	pos Med
O_1_A2_2C	1	5,61	1	3	3
O_3_A2_2C	2	5,71	3	0	2
O_2_A2_2C	3	6,83	2	1	1

Ao estudar o objeto O_1_A2_2C, a estudante tem bons resultados de desempenho (7) e tempo de estudo (1100), avançando para o próximo assunto do curso e reforçando o seu estilo de aprendizagem para:

- *input = very visual* (2);
- *understanding = very sequential* (2);
- *processing = very active* (2);
- *perception = very intuitive* (19).

Na simulação do estudo do assunto III foi selecionado o objeto O_1_A3_2C, melhor classificado, segundo a Tabela D.27. Esse objeto possui a mídia *text*, favorecendo a preferência da estudante, contém os recursos *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *very high* e dificuldade *very difficulty*. Com base nas características desse objeto e dos estilos do estudante, tem-se:

- *input = very visual*: devido as suas características, O_1_A3_2C não contempla esse estilo;
- *understanding = very sequential*: como o objeto possui o recurso *narrative text*, tipo de interatividade *mixed* e nível *low*, além disso, como o estudante prefere a forma sequencial, lógica e encadeada de apresentação do conhecimento, esse objeto corresponde a essa dimensão do estilo;
- *processing = very active*: nesse estilo, privilegia-se o uso externo da informação através de discussão, explicação ou uma situação concreta e o estudante prefere estudar em grupo e trabalhar em procedimentos experimentais, porém o objeto é composto de *narrative text* com baixo nível de interatividade, e é provável que não contemple esse estilo; e

- *perception = very intuitive*: como o objeto possui uma dificuldade e densidade semântica muito alta, pode ser favorável ao estilo de quem prefere trabalhar com complicações e inovação.

Na Tabela D.27, também, verifica-se que:

- Os valores calculados para os dois últimos objetos (**WN Value**) são iguais, indicando que esses objetos tem igual proximidade ao estilo de aprendizagem de Fabiana.
- O critério votação (**Vot tot**) possui dois valores diferentes (1 e 3) e tem mesma classificação dos objetos (**pos** **Vot**), se comparado com a norma ponderada (**pos** **WN**).
- Coincidência há no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos** **Med**) em comparação à norma ponderada (**pos** **WN**) para todos os objetos da relação.

Tabela D.27: Simulação da situação XXVI - Classificação dos objetos no estudo do assunto III para o curso “C9”.

Title	pos WN	WN value	pos	Vot	Vot tot	pos Med
O_1_A3_2C	1	5,29	1		3	1
O_2_A3_2C	2	6,08	2		1	2
O_3_A3_2C	2	6,08	2		1	3

No estudo do objeto O_1_A3_2C, Fabiana obteve bons resultados de desempenho (7) e tempo de estudo (1500), reforçando os estilos de aprendizagem para:

- *input = very visual* (3);
- *understanding = very sequential* (3);
- *processing = very active* (3);
- *perception = very intuitive* (19).

Como não há mais assuntos a serem estudados, a simulação finaliza.

D.10 Situação de Estudo XXVII

D.10.1 Considerações

Nessa simulação, foram considerados:

- estudante: Ricardo da Silva Gomide;
- dispositivo no estudo: tipo = *smartphone*, modelo = Galaxy pocket S5300, tamanho da tela = 2,8 polegadas e tipo de teclado = *software keyboard*;
- mídias preferidas: audio = 2, vídeo = 4, *text* = 5, simulação = 4, jogos educacionais = 2 e animação = 4;
- estilos de aprendizagem inicial: *input* = *very visual* (1), *processing* = *active* (6) , *perception* = *sensorial* (5) e *understanding* = *indifferent* (14);
- curso: C3, com carga horária de 30 h e seis assuntos. Cada assunto, identificado pelo seu número, é composto pelos valores de desempenho, tempo de estudo e *keyword* iguais a:

I. 7, 1500 e K1;

II. 7, 2000 e K2;

III. 7, 1700 e K3;

IV. 7, 2000 e K4;

V. 7, 1900 e K5;

VI. 7, 2100 e K6.

- há um conjunto de sete objetos no repositório para cada assunto do curso;
- assuntos conhecidos pela estudante: I e IV, que não devem ser estudados;
- tipos de adaptação selecionados para o curso: *pre-knowledge* e *learning styles*, porém os tipos *performance* e *technology* não foram habilitados;
- critério de adaptação na seleção dos objetos de aprendizagem: norma ponderada;
- registro prévio de estudo no curso com bom desempenho/tempo de estudo em quase todos os assuntos de C3, exceção para II e V. Os valores para o desempenho e tempo de estudo do estudante em cada assunto, identificado pelo seu número, são:

I. 7 e 1500;

II. 2 e 3900;

III. 7 e 1400;

IV. 7 e 1000;

V. 7 e 3000;

VI. 7 e 1200.

Esses valores de registro prévio foram utilizados durante a simulação do estudo.

D.10.2 Estudo de Ricardo nos Assuntos do Curso C3

Na simulação dos estudos de Ricardo no curso C3, foram desabilitadas as adaptações *performance* e *technology*. Assim, mesmo que o estudante não tenha um bom desempenho e tempo de estudo não será oferecido reforço ou reestudo. Além disso, não será avaliado o dispositivo para apresentação dos objetos de aprendizagem.

O estudante conhece os assuntos I e IV, então, o simulador inicia no assunto II. Nesse assunto, os objetos selecionados foram classificados pela norma ponderada, como apresenta a Tabela D.28, e foi selecionado o objeto O_2_A2, melhor classificado e de mídia *text*. O_2_A2 possui os recursos *slide* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *medium*, densidade semântica *low* e dificuldade *easy*, relacionando-se com os estilos de aprendizagem do estudante, observa-se que:

- *input = very visual*: um *slide* que não possui *figure*, normalmente, é textual, assim, o objeto não contempla esse estilo;
- *understanding = indifferent*: nesse caso, os valores não interferem na escolha;
- *processing = active*: o estudante prefere trabalhar em experimentos e estudar em grupo, nesse caso, o objeto não condiz com a preferência do estudante; e
- *perception = sensorial*: como o objeto é fácil, pode ser favorável ao estilo de quem é detalhista e não aprecia surpresas nem complicações.

Na Tabela D.28, também, pode-se observar que:

- Todos os valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**) são diferentes, apesar de relativa proximidade nos valores de alguns objetos da relação.

- O critério votação (**Vot tot**) é composto por três valores diferentes (3, 2 e 1), sendo que o primeiro mais votado (**pos** **Vot** = 1) coincide com a posição da norma ponderada (**pos** **WN**). O objeto O_4_A2 também tem melhor classificação por esse critério.
- O objeto O_2_A2 tem posicionamento coincidente com a norma ponderada (**pos** **WN**), em relação aos tipos de mídia (**pos** **Med**).

Tabela D.28: Simulação da situação XXVII - Classificação dos objetos no estudo do assunto II para o curso “C3”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	pos Med
O_2_A2	1	2,24	1	3	1
O_6_A2	2	2,65	3	1	7
O_5_A2	3	3,03	2	2	4
O_1_A2	4	3,23	2	2	6
O_3_A2	5	3,34	3	1	3
O_4_A2	6	3,39	1	3	5
O_7_A2	7	4,40	3	1	2

No estudo de O_2_A2, o estudante teve resultados ruins de desempenho (2) e tempo de estudo (3900), alterando seu estilo de aprendizagem para:

- *input* = *verbal* (16);
- *understanding* = *very global* (20);
- *processing* = *very reflexive* (20);
- *perception* = *very intuitive* (20).

Na simulação do estudo para o assunto III, foi selecionado o objeto O_7_A3, primeiro classificado como ilustrado na Tabela D.29, de mídia *text* compatível com a preferência do estudante. Esse objeto possui os recursos *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *very high* e dificuldade *very difficulty*; e associados aos novos estilos de aprendizagem de Ricardo, tem-se que:

- *input* = *verbal*: o objeto é indicado, pois tem baixa interatividade e possui *narrative text* que utiliza-se da escrita textual;
- *understanding* = *very global*: nesse estilo, o estudante tem dificuldade no aprendizado linear, necessitando da visão de conjunto para poder compreender os detalhes, como o objeto tem *narrative text* com tipo de interatividade *mixed* e nível de interatividade *low*, é provável que não favoreça esse estilo;

- *processing = very reflexive*: como o estudante prefere o estudo individual e procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos, nesse objeto com *narrative text*, alta densidade semântica e dificuldade, pode-se trabalhar esse tipo de informação; e
- *perception = very intuitive*: o objeto tem densidade semântica *very high* e dificuldade *very difficulty*, além disso, o estudante gosta de inovação e de complicações, então, é provável que o objeto favoreça essa dimensão do estilo.

Com base na Tabela D.29, verifica-se que:

- Todos os valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**) são diferentes, apesar de observar proximidade entre alguns valores da relação que representa, praticamente, a mesma distância do estilo de Ricardo.
- O critério votação (**Vot tot**) é composto por três valores diferentes (0, 1 e 2), sendo que o primeiro mais votado não coincide com a posição da norma ponderada (**pos WN**).
- Coincidência não há na preferência pelos tipos de mídia (**pos Med**) com nenhum objeto relativo à norma ponderada (**pos WN**).

Tabela D.29: Simulação da situação XXVII - Classificação dos objetos no estudo do assunto III para o curso “C3”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	pos Med
O_7_A3	1	5,29	2	1	2
O_4_A3	2	5,61	1	2	5
O_6_A3	3	5,71	3	0	7
O_2_A3	4	5,92	3	0	1
O_1_A3	5	6,08	2	1	6
O_3_A3	6	6,12	3	0	3
O_5_A3	7	6,83	3	0	4

Após o estudo do assunto III, como o estudante teve *performance* = 7 e *timing* = 1400, os estilos de aprendizagem de Ricardo se consolidaram, conforme o esperado, e seus valores tornaram-se:

- *input = verbal* (17);
- *understanding = very global* (20);

- *processing* = *very reflexive* (20);
- *perception* = *very intuitive* (20).

No estudo do assunto V, conforme Tabela D.30, foi selecionado o objeto O_7_A5, melhor classificado pela norma ponderada. O_7_A5 é de mídia *text*, possui recursos idênticos ao objeto estudado no assunto anterior e tem o mesmo comportamento, envolvendo os estilos de aprendizagem de Ricardo.

Tabela D.30: Simulação da situação XXVII - Classificação dos objetos no estudo do assunto V para o curso “C3”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	pos Med
O_7_A5	1	5,29	2	1	2
O_4_A5	2	5,61	1	2	5
O_6_A5	3	5,71	3	0	7
O_2_A5	4	5,92	3	0	1
O_1_A5	5	6,08	2	1	6
O_3_A5	6	6,12	3	0	3
O_5_A5	7	6,83	3	0	4

No estudo de O_7_A5, Ricardo obteve bom desempenho (7) e tempo de estudo ruim (3000), alterando seus estilos de aprendizagem para:

- *input* = *indifferent* (13);
- *understanding* = *global* (18);
- *processing* = *reflexive* (18);
- *perception* = *intuitive* (18).

No estudo do assunto VI, último assunto do curso, foi selecionado o objeto O_6_A6, melhor classificado pela norma ponderada, como pode ser observado na Tabela D.31. O_6_A6 é de mídias *video*, *audio*, *educative game*, *simulation*, *animation* e *text*, possui os recursos *simulation*, *figure*, *diagram*, *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *medium*, densidade semântica *medium* e dificuldade *easy*. Considerando as características desse objeto e os estilos do estudante, observa-se:

- *input* = *indifferent*: nesse caso, os valores não interferem na escolha;
- *understanding* = *global*: como o objeto possui tipo de interatividade *mixed* e nível *medium*; além disso, como o estudante tem dificuldade no aprendizado linear, necessitando da visão de conjunto para poder compreender os

detalhes, é possível montar um objeto com essas características e recursos que contemple esse estilo de aprendizagem;

- *processing = reflexive*: nesse caso, os recursos do objeto são variados, sendo possível elaborá-lo, dependendo do assunto, para contemplar procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos; e
- *perception = intuitive*: como o objeto tem pouca dificuldade e densidade semântica média e o estudante prefere trabalhar com situações complicadas e inovação é possível que o objeto, mesmo com variedade de recursos, não corresponda ao estilo de Ricardo, nessa dimensão.

Na Tabela D.31, também, observa-se que:

- Todos os valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**) são diferentes, no entanto, alguns valores são próximos, indicando que seus valores têm, praticamente, a mesma proximidade do estilo de aprendizagem de Ricardo.
- O critério votação (**Vot tot**) é composto por três valores diferentes (1, 2 e 3) e somente um posicionamento coincidente (**pos** **Vot**) em relação à classificação pela norma ponderada (**pos** **WN**). Segundo esse critério, o objeto melhor classificado seria o O_4_A6.
- Coincidência há no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos** **Med**) para os objetos O_7_A6 e O_1_A6 se comparado com a norma ponderada (**pos** **WN**).

Tabela D.31: Simulação da situação XXVII - Classificação dos objetos no estudo do assunto VI para o curso “C3”.

Title	pos WN	WN value	pos	Vot	Vot tot	pos Med
O_6_A6	1	5,26	3		1	7
O_7_A6	2	5,29	3		1	2
O_2_A6	3	5,57	3		1	1
O_4_A6	4	5,57	1		3	5
O_3_A6	5	5,63	3		1	3
O_1_A6	6	5,69	2		2	6
O_5_A6	7	6,34	3		1	4

No estudo de O_6_A6, Ricardo obteve bons resultados de desempenho (7) e tempo de estudo (1200), fortalecendo seus estilos de aprendizagem, como apresentado abaixo:

- *input* = *indifferent* (11);
- *understanding* = *global* (18);
- *processing* = *reflexive* (18);
- *perception* = *intuitive* (18).

Como não há mais assuntos a serem estudados, a simulação dos estudos de Ricardo no curso C3 finaliza.

D.11 Situação de Estudo XXVIII

D.11.1 Considerações

Nessa simulação, foram considerados:

- estudante: Fernando Lucci;
- dispositivo no estudo: tipo = *notebook*, modelo = LU.SG608.002, tamanho da tela = 11,6 polegadas e tipo de teclado = *laptop size*;
- mídias preferidas: audio = 2, vídeo = 1, *text* = 5, simulação = 2, jogos educacionais = 3 e animação = 1;
- estilos de aprendizagem inicial: *input* = *indifferent* (13), *processing* = *reflexive* (18) , *perception* = *very sensorial* (2) e *understanding* = *very global* (20);
- curso: C3, com carga horária de 30 h e seis assuntos. Cada assunto, identificado pelo seu número, é composto pelos valores de desempenho, tempo de estudo e *keyword* iguais a:
 - I. 7, 1500 e K1;
 - II. 7, 2000 e K2;
 - III. 7, 1700 e K3;
 - IV. 7, 2000 e K4;
 - V. 7, 1900 e K5;
 - VI. 7, 2100 e K6.
- há um conjunto de sete objetos no repositório para cada assunto do curso;

- assuntos conhecidos pela estudante: I e IV, que não devem ser estudados;
- tipos de adaptação selecionados para o curso: *pre-knowledge*, *learning styles* e *technology*, porém *performance* não foi habilitado;
- critério de adaptação na seleção dos objetos de aprendizagem: norma ponderada;
- registro prévio de estudo no curso com bom desempenho/tempo de estudo em quase todos os assuntos de C3, exceção para os assuntos II, III e V. Os valores para o desempenho e tempo de estudo do estudante em cada assunto, identificado pelo seu número, são:

I. 7 e 1500;

II. 2 e 3900;

III. 4 e 1400;

IV. 7 e 1000;

V. 7 e 3000;

VI. 7 e 1200.

Esses valores de registro prévio foram utilizados durante a simulação do estudo.

D.11.2 Estudo de Fernando nos Assuntos do Curso C3

Na simulação dos estudos de Fernando no curso C3 foi dessabilitada a adaptação *performance*. Como o estudante conhece os assuntos I e IV, o início da simulação será pelo assunto II.

Na simulação do estudo para o assunto II, os objetos selecionados foram classificados pela norma ponderada, como apresentado na Tabela D.32, e foi selecionado o objeto O_6_A2, melhor classificado e de mídias *video*, *audio*, *educative game*, *simulation*, *animation* e *text*; possui os recursos *simulation*, *figure*, *diagram*, *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *medium*, densidade semântica *medium* e dificuldade *easy*. Considerando as características desse objeto e os estilos do estudante, observa-se que:

- *input = indifferent*: nesse caso, os valores não interferem na escolha;
- *understanding = very global*: como o objeto possui tipo de interatividade *mixed* e nível *medium*, além disso, como o estudante tem dificuldade no

aprendizado linear, necessitando da visão de conjunto para poder compreender os detalhes, é possível montar um objeto com essas características e recursos que contemple esse estilo de aprendizagem;

- *processing = reflexive*: nesse caso, os recursos do objeto são variados, sendo possível elaborá-lo, dependendo do assunto, para contemplar procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos; e
- *perception = very sensorial*: como o objeto tem pouca dificuldade e densidade semântica média; além disso, como o estudante não aprecia surpresas, nem complicações, é provável que o objeto corresponda ao estilo de Fernando.

Analisando detalhes da Tabela D.32, verifica-se que:

- Todos os valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**) são diferentes, no entanto, os dois primeiros objetos apresentam valores bem próximos, indicando que têm, praticamente, a mesma proximidade do estilo de aprendizagem de Fernando.
- O critério votação (**Vot tot**) é composto por três valores diferentes (1, 2 e 3) e nenhum posicionamento coincidente (**pos Tot**) em relação à classificação pela norma ponderada (**pos WN**). Nesse critério, o objeto selecionado seria o O_1_A2.
- A análise do aspecto tecnológico (**Tech**) permite constatar que somente os objetos O_1_A2 e O_7_A2 são recomendados para serem exibidos no dispositivo de Fernando.
- Coincidência existe no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos Med**) somente para o objeto O_3_A2 se comparado com a norma ponderada (**pos WN**).

No estudo de O_6_A2, Fernando obteve resultados ruins de desempenho (2) e tempo de estudo (3900), alterando os estilos de aprendizagem para:

- *input = very verbal* (20);
- *understanding = sequential* (6);
- *processing = very active* (2);

Tabela D.32: Simulação da situação XXVIII - Classificação dos objetos no estudo do assunto II para o curso “C3”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_6_A2	1	3,81	3	1	N.Rec.	7
O_2_A2	2	3,87	3	1	N.Rec.	1
O_5_A2	3	4,04	2	2	N.Rec.	6
O_1_A2	4	4,37	1	3	Rec.	3
O_3_A2	5	5,12	3	1	N.Rec.	5
O_4_A2	6	5,34	2	2	N.Rec.	4
O_7_A2	7	5,43	3	1	Rec.	2

- *perception = intuitive* (16).

No estudo do assunto III, foi selecionado o objeto O_6_A3, melhor classificado pela norma ponderada, conforme Tabela D.33. Esse objeto é composto das mídias *video*, *audio*, *educative game*, *simulation*, *animation* e *text*; possui os recursos *simulation*, *figure*, *diagram*, *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *medium*, densidade semântica *medium* e dificuldade *easy*. Analisando os estilos do estudante e as características do objeto, observa-se que:

- *input = very verbal*: o objeto é composto de recursos variados, incluindo *narrative text*, tipo de interatividade *mixed* e nível de interatividade *medium*, e é possível que o objeto seja compatível com o estilo do estudante;
- *understanding = very sequential*: como o estudante prefere a forma sequencial, lógica e encadeada de apresentação do conhecimento, além do objeto ter tipo de interatividade *mixed*, nível *medium* e o recurso *narrative text*, é possível montá-lo de tal forma que contemple esse estilo de aprendizagem;
- *processing = very active*: com *simulation*, pode-se construir objetos experimentais. Como esse estilo favorece quem prefere trabalhar em experimentos, o objeto pode ser compatível ao seu estilo; e
- *perception = intuitive*: o objeto tem dificuldade *easy* e densidade semântica *medium*, como o estudante gosta de inovação e de complicações, é impaciente com detalhes e cálculos rotineiros, é possível que o objeto não contemple esse estilo.

Na Tabela D.32, também, observa-se que:

- Dois valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**) são, praticamente, iguais indicando a mesma proximidade do estilo de aprendizagem de Fernando.

- O critério votação (**Vot tot**) é composto por três valores diferentes (1, 2 e 0) e o posicionamento coincidente (**pos** **Vot**) em relação a classificação pela norma ponderada (**pos** **WN**) para o objeto O_2_A3.
- A análise do aspecto tecnológico (**Tech**) permite constatar que somente os objetos O_7_A3, O_4_A3 e O_1_A3 são recomendados para serem exibidos no dispositivo de Fernando.
- Coincidência há no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos** **Med**) para o objeto O_4_A3 se comparado com a norma ponderada (**pos** **WN**).

Tabela D.33: Simulação da situação XXVIII - Classificação dos objetos no estudo do assunto III para o curso “C3”.

Title	pos WN	WN value	pos	Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_6_A3	1	4,14	3		0	N.Rec.	7
O_2_A3	2	4,36	2		1	N.Rec.	1
O_7_A3	3	4,36	1		2	Rec.	2
O_4_A3	4	4,53	1		2	Rec.	4
O_5_A3	5	5,40	2		1	N.Rec.	6
O_1_A3	6	5,50	2		1	Rec.	3
O_3_A3	7	5,64	2		1	N.Rec.	5

No estudo do objeto O_6_A3, o estudante obteve bom tempo de estudo (1400), mas desempenho ruim (4), alterando o estilo de Fernando para:

- *input* = *indifferent* (13);
- *understanding* = *indifferent* (12);
- *processing* = *indifferent* (9);
- *perception* = *indifferent* (10).

No estudo do assunto V, foi selecionado o objeto O_2_A5, melhor classificado pela norma ponderada, conforme Tabela D.34. Esse objeto é de mídia *text*, tem os recursos *slide* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *medium*, densidade semântica *low* e dificuldade *easy*. Relacionando os estilos de aprendizagem de Ricardo com o objeto, verifica-se que como todos os estilos têm valor *indifferent*, não há influência na escolha do objeto. Além disso, analisando a Tabela D.34, observa-se que nenhum objeto foi recomendado para apresentar no dispositivo, todos os objetos tem a mesma norma ponderada/votação e a classificação dos objetos ocorreu na preferência pelos tipos de mídia.

Tabela D.34: Simulação da situação XXVIII - Classificação dos objetos no estudo do assunto V para o curso “C3”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_2_A5	1	0	1	4	N.Rec.	1
O_7_A5	1	0	1	4	N.Rec.	2
O_1_A5	1	0	1	4	N.Rec.	3
O_4_A5	1	0	1	4	N.Rec.	4
O_3_A5	1	0	1	4	N.Rec.	5
O_5_A5	1	0	1	4	N.Rec.	6
O_6_A5	1	0	1	4	N.Rec.	7

No estudo do O_2_A5, Fernando obteve bom resultado de desempenho (7), mas tempo de estudo ruim (3000), alterando, sensivelmente, os valores dos estilos do estudante para:

- $input = indifferent$ (13);
- $understanding = indifferent$ (13);
- $processing = indifferent$ (13);
- $perception = indifferent$ (13).

Na simulação do estudo do assunto VI, foi selecionado o objeto O_2_A5, melhor classificado, como apresentado na Tabela D.35, e tem mesmas características do objeto do assunto anterior.

Tabela D.35: Simulação da situação XXVIII - Classificação dos objetos no estudo do assunto VI para o curso “C3”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_2_A5	1	0	1	4	N.Rec.	1
O_7_A5	1	0	1	4	N.Rec.	2
O_1_A5	1	0	1	4	N.Rec.	3
O_4_A5	1	0	1	4	N.Rec.	4
O_3_A5	1	0	1	4	N.Rec.	5
O_5_A5	1	0	1	4	N.Rec.	6
O_6_A5	1	0	1	4	N.Rec.	7

No estudo do objeto O_2_A5 o estudante obteve bons resultados de desempenho (7) e tempo de estudo (1200), reforçando o estilo de aprendizagem para:

- $input = indifferent$ (11);
- $understanding = indifferent$ (11);
- $processing = indifferent$ (11);

- *perception* = *indifferent* (11).

Como não há mais assuntos a serem estudados no curso C3, a simulação do estudo de Ricardo é finalizada.

D.12 Situação de Estudo XXIX

D.12.1 Considerações

Nessa simulação, foram considerados:

- estudante: Bruno Buccini;
- dispositivo no estudo: tipo = *notebook*, modelo = LU.SG608.002, tamanho da tela = 11,6 polegadas e tipo de teclado = *laptop size*;
- mídias preferidas: audio = 1, vídeo = 2, *text* = 3, simulação = 4, jogos educacionais = 5 e animação = 4;
- estilos de aprendizagem inicial: *input* = *very visual* (2), *processing* = *active* (5), *perception* = *indifferent* (11) e *understanding* = *very global* (20);
- curso: C2, com carga horária de 30 h e seis assuntos. Cada assunto, identificado pelo seu número, é composto pelos valores de desempenho, tempo de estudo e *keyword* iguais a:
 - I. 7, 1500 e K1;
 - II. 7, 2000 e K2;
 - III. 7, 2500 e K3;
 - IV. 7, 1700 e K4;
 - V. 7, 2000 e K5.
- há um conjunto de sete objetos no repositório para cada assunto do curso;
- assuntos conhecidos pela estudante: todos;
- tipo de adaptação selecionado para o curso: *technology*, porém *pre-knowledge*, *learning styles* e *performance* não foram habilitados;
- critério de adaptação na seleção dos objetos de aprendizagem: norma ponderada;

- registro prévio de estudo no curso com bom desempenho/tempo de estudo em quase todos os assuntos de C3, exceção para os assuntos II, III e V. Os valores para o desempenho e tempo de estudo do estudante em cada assunto, identificado pelo seu número, são:

I. 7 e 1500;

II. 2 e 3900;

III. 4 e 1400;

IV. 7 e 1000;

V. 7 e 3000.

D.12.2 Estudo de Bruno nos Assuntos do Curso C2

Na simulação dos estudos de Bruno no curso C2, foram desabilitadas as adaptações *pre-knowledge*, *learning styles* e *performance*. Então, mesmo que o estudante conheça todos os assuntos, deverá estudá-los. Outro aspecto é que, caso o estudante não tenha bons resultados de desempenho e tempo de estudo em algum assunto, não terá reforço ou reestudo. Além disso, o estilo de aprendizagem inicial será mantido e não será utilizado para classificação dos objetos de aprendizagem, sendo utilizado somente o critério tecnologia que avalia o tipo de dispositivo e a preferência nos tipos de mídia.

Na simulação do estudo para o assunto I, os objetos selecionados foram classificados pela tecnologia e tipos de mídia, conforme Tabela D.36, e foi selecionado O_4_A1, recomendado para ser exibido no dispositivo *notebook* com tamanho da tela = 11,6 polegadas e tipo de teclado = *laptop size*, e de mídias *simulation*, *educative game* e *text*. Há coincidência no objeto melhor classificado pelos tipos de mídia e na recomendação pela tecnologia. O_4_A1 objeto possui os recursos *simulation* e *exam*, o tipo de interatividade *active*, o nível de interatividade *very high*, densidade semântica *high* e dificuldade *medium*. Então, relacionando suas características aos estilos de aprendizagem de Bruno, pode-se dizer que:

- *input = very visual*: uma simulação com boa interatividade (tipo de interatividade *active* e o nível de interatividade *very high*), normalmente, utiliza-se de recursos visuais;
- *understanding = very global*: uma simulação com tipo de interatividade *active* e o nível de interatividade *very high* pode ser composta de caminhos diferentes, favorecendo o estilo global;

- *processing = active*: uma simulação pode ser utilizada para trabalhar com procedimentos experimentais; e
- *perception = indifferent*: nesse caso, os valores não interferem na escolha.

No estudo de O_4_A1, Bruno obteve bons resultados de desempenho (7) e tempo de estudo (1500).

Tabela D.36: Simulação da situação XXIX - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C2”.

Title	Tech	pos Med
O_4_A1	Rec.	1
O_6_A1	N.Rec.	2
O_7_A1	Rec.	3
O_2_A1	N.Rec.	4
O_5_A1	N.Rec.	5
O_3_A1	N.Rec.	6
O_1_A1	Rec.	7

Na simulação do estudo do assunto II, foi selecionado o objeto O_7_A2, recomendado pela tecnologia e quarto melhor classificado na preferência pelos tipos de mídia, como apresentado na Tabela D.37. O_7_A2 de mídia *text*, tem os recursos *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *very high* e dificuldade *very difficulty*; e associados aos novos estilos de aprendizagem de Bruno, tem-se:

- *input = very visual*: devido as suas características, O_7_A2 não contempla esse estilo ;
- *understanding = global*: como o objeto possui o recurso *narrative text*, tipo de interatividade *mixed* e nível *low*, além disso, como o estudante tem dificuldade no aprendizado linear, necessitando da visão de conjunto para poder compreender os detalhes, é provável que esse objeto não corresponda a essa dimensão do estilo;
- *processing = active*: com o recurso *narrative text*, tipo de interatividade *mixed* e nível *low*, é provável que esse objeto não favoreça esse estilo; e
- *perception = indifferent*: nesse caso, os valores não interferem na escolha.

No estudo do objeto O_7_A2, Bruno obteve resultados ruins de desempenho (2) e tempo de estudo (3900).

Tabela D.37: Simulação da situação XXIX - Classificação dos objetos no estudo do assunto II para o curso “C2”.

Title	Tech	pos Med
O_4_A2	N.Rec.	1
O_6_A2	N.Rec.	2
O_2_A2	N.Rec.	3
O_7_A2	Rec.	4
O_3_A2	N.Rec.	5
O_5_A2	N.Rec.	6
O_1_A2	Rec.	7

Na simulação do estudo do assunto III, o objeto O_4_A3 foi selecionado, como apresenta a Tabela D.38, recomendado pela tecnologia e de mídias *simulation*, *educative game* e *text*. Esse objeto possui os recursos *simulation* e *exam*, o tipo de interatividade *active*, o nível de interatividade *very high*, densidade semântica *high* e dificuldade *medium*. Desse modo, na análise das características de O_4_A3 associadas aos estilos de aprendizagem de Bruno, observa-se o mesmo comportamento do assunto I.

No estudo de O_4_A3, Bruno obteve resultado ruim de desempenho (4) e bom tempo de estudo (1400).

Tabela D.38: Simulação da situação XXIX - Classificação dos objetos no estudo do assunto III para o curso “C2”.

Title	Tech	pos Med
O_4_A3	Rec.	1
O_6_A3	N.Rec.	2
O_2_A3	N.Rec.	3
O_7_A3	Rec.	4
O_3_A3	N.Rec.	5
O_5_A3	N.Rec.	6
O_1_A3	Rec.	7

Na simulação de estudo do assunto IV, foi selecionado o objeto O_4_A4, não recomendado para ser apresentado no dispositivo de Bruno, mas melhor classificado na preferência pelos tipos de mídia, conforme Tabela D.39. Esse objeto tem as mesmas características que o objeto do assunto I e tem o mesmo tipo de avaliação sobre os estilos de aprendizagem do estudante.

No estudo de O_4_A4, Bruno obteve bons resultados no desempenho (7) e tempo de estudo (1000).

Na simulação do estudo do assunto V, o objeto O_4_A4 foi selecionado, apesar de não ser recomendado para ser apresentado no dispositivo de Bruno é o melhor classificado nas preferências pelo tipo de mídia e tem as mesmas características do

Tabela D.39: Simulação da situação XXIX - Classificação dos objetos no estudo do assunto IV para o curso “C2”.

Title	Tech	pos Med
O_4_A4	N.Rec.	1
O_6_A4	N.Rec.	2
O_2_A4	N.Rec.	3
O_7_A4	N.Rec.	4
O_3_A4	N.Rec.	5
O_5_A4	N.Rec.	6
O_1_A4	N.Rec.	7

objeto do assunto I, além de mesma análise em relação aos estilos de aprendizagem do estudante.

Tabela D.40: Simulação da situação XXIX - Classificação dos objetos no estudo do assunto V para o curso “C2”.

Title	Tech	pos Med
O_4_A4	N.Rec.	1
O_6_A4	N.Rec.	2
O_2_A4	N.Rec.	3
O_7_A4	N.Rec.	4
O_3_A4	N.Rec.	5
O_5_A4	N.Rec.	6
O_1_A4	N.Rec.	7

Como não há mais assuntos do curso C2 a serem estudados, a simulação finaliza.

D.13 Situação de Estudo XXX

D.13.1 Considerações

Nessa simulação, foram considerados:

- estudante: Felipe Oliveira;
- dispositivo no estudo: tipo = *notebook*, modelo = LU.SG608.002, tamanho da tela = 11,6 polegadas e tipo de teclado = *laptop size*;
- mídias preferidas: audio = 5, vídeo = 2, *text* = 4, simulação = 1, jogos educacionais = 1 e animação = 2;
- estilos de aprendizagem inicial: *input* = *visual* (6), *processing* = *very active* (1) , *perception* = *intuitive* (16) e *understanding* = *indifferent* (10);

- curso: C2, com carga horária de 30 h e seis assuntos. Cada assunto, identificado pelo seu número, é composto pelos valores de desempenho, tempo de estudo e *keyword* iguais a:

I. 7, 1500 e K1;

II. 7, 2000 e K2;

III. 7, 2500 e K3;

IV. 7, 1700 e K4;

V. 7, 2000 e K5.

- há um conjunto de sete objetos no repositório para cada assunto do curso;
- assuntos conhecidos pela estudante: não conhece nenhum;
- tipo de adaptação selecionado para o curso: *technology*, *pre-knowledge*, *learning styles* e *performance*;
- critério de adaptação na seleção dos objetos de aprendizagem: norma ponderada;
- registro prévio de estudo no curso com bom desempenho/tempo de estudo em quase todos os assuntos de C3, exceção para os assuntos III e IV. Os valores para o desempenho e tempo de estudo do estudante em cada assunto, identificado pelo seu número, são:

I. 10 e 1300;

II. 9 e 1400;

III. 3 e 3000;

IV. 4 e 1400;

V. 7 e 1400.

D.13.2 Estudo de Felipe nos Assuntos do Curso C2

Na simulação dos estudos de Felipe nos assuntos do curso C2, todas as adaptações estão habilitadas e o critério para seleção dos objetos de aprendizagem é a norma ponderada, relacionada aos estilos de aprendizagem do estudante.

Na simulação do estudo para o assunto I, os objetos selecionados foram classificados pela norma ponderada, votação, tecnologia e tipos de mídia, conforme Tabela D.41, e foi selecionado o objeto O_4_A1, melhor classificado e de mídias

simulation, *educative game*, *text*. Esse objeto possui os recursos *simulation* e *exam*, tipo de interatividade *active*, nível de interatividade *very high*, densidade semântica *high* e dificuldade *medium*; e relacionando suas características aos estilos de aprendizagem de Felipe, observa-se que:

- *input = visual*: *simulation* com tipo de interatividade *active* e o nível de interatividade *very high*, provavelmente, utiliza-se de recursos visuais;
- *understanding = indifferent*: nesse caso, os valores não interferem na escolha;
- *processing = very active*: *simulation* pode ser utilizada para trabalhar com procedimentos experimentais; e
- *perception = intuitive*: como o objeto apresenta uma dificuldade média e densidade semântica alta, pode ser favorável ao estilo de quem prefere trabalhar com situações complicadas e inovação.

Na Tabela D.41, também, pode-se verificar que:

- Todos os valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**) são diferentes, porém há proximidade nos valores dos quatro últimos objetos, indicando que esses objetos têm, praticamente, a mesma distância do estilo de aprendizagem de Felipe.
- O critério votação (**Vot tot**) é composto por três valores diferentes (3, 2 e 1) e tem posicionamento coincidente (**pos** **Vot**) com o objeto O_4_A1, melhor classificado em relação à classificação pela norma ponderada (**pos** **WN**).
- O primeiro objeto da relação é recomendado (**Tech**) para apresentar no dispositivo *notebook* com 11,6 polegadas de tamanho de tela e tipo de teclado *laptop size*.
- Coincidência existe no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos** **Med**) em comparação à norma ponderada (**pos** **WN**) para o terceiro e quarto objeto da relação. No entanto, o objeto melhor classificado pela norma ponderada é o pior em relação à preferência pelos tipos de mídia.

No estudo do objeto O_4_A1, o estudante teve bons resultados de desempenho (10) e tempo de estudo (1300), prosseguindo para o próximo assunto e reforçando os estilos de aprendizagem para:

Tabela D.41: Simulação da situação XXX - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C2”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_4_A1	1	2,65	1	3	Rec.	7
O_6_A1	2	3,82	3	1	N.Rec.	6
O_2_A1	3	4,00	2	2	N.Rec.	3
O_5_A1	4	5,06	3	1	N.Rec.	4
O_7_A1	5	5,15	3	1	Rec.	2
O_3_A1	6	5,26	3	1	N.Rec.	5
O_1_A1	7	5,33	3	1	Rec.	1

- *input* = *visual* (5);
- *understanding* = *indifferent* (11);
- *processing* = *very active* (2);
- *perception* = *intuitive* (17).

No estudo do assunto II, foi selecionado o objeto O_4_A2, melhor classificado pela norma ponderada, como apresentado na Tabela D.42. Esse objeto tem as mesmas características do objeto estudado no I e, portanto, tem a mesma relação com os estilos de aprendizagem de Felipe. Uma diferença desse objeto, em comparação ao do assunto I, é a não recomendação para ser apresentado no dispositivo do estudante.

Tabela D.42: Simulação da situação XXX - Classificação dos objetos no estudo do assunto II para o curso “C2”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_4_A2	1	2,65	1	3	N.Rec.	7
O_6_A2	2	3,82	3	1	N.Rec.	6
O_2_A2	3	4,00	2	2	N.Rec.	2
O_5_A2	4	5,06	3	1	N.Rec.	5
O_7_A2	5	5,15	3	1	Rec.	3
O_3_A2	6	5,26	3	1	N.Rec.	4
O_1_A2	7	5,33	3	1	Rec.	1

No estudo de O_4_A2, Felipe obteve bons resultados de desempenho (9) e tempo de estudo (1400), prosseguindo para o próximo assunto e reforçando o seu estilo de aprendizagem para:

- *input* = *visual* (4);
- *understanding* = *indifferent* (11);
- *processing* = *very active* (2);

- *perception* = *intuitive* (18).

Na simulação do estudo do assunto III, foi selecionado o objeto O_4_A3, como ilustrado na Tabela D.43, de características idênticas ao objeto do assunto I e mesma análise, envolvendo os estilos de aprendizagem de Felipe.

Tabela D.43: Simulação da situação XXX - Classificação dos objetos no primeiro estudo do assunto III para o curso “C2”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_4_A3	1	2,65	1	3	Rec.	7
O_6_A3	2	3,82	3	1	N.Rec.	6
O_2_A3	3	4,00	2	1	N.Rec.	2
O_5_A3	4	5,06	3	1	N.Rec.	5
O_7_A3	5	5,15	3	1	Rec.	3
O_3_A3	6	5,26	3	1	N.Rec.	4
O_1_A3	7	5,33	3	1	Rec.	1

No estudo de O_4_A3, o estudante obteve resultados ruim no seu desempenho (3) e no tempo de estudo (3000), permanecendo o estudo no mesmo assunto e alterando o seu estilo de aprendizagem para:

- *input* = *verbal* (17);
- *understanding* = *global* (17);
- *processing* = *indifferent* (12);
- *perception* = *sensorial* (5).

No reestudo do assunto III, o objeto O_2_A3, ainda não estudado e melhor classificado pela norma ponderada foi selecionado, conforme Tabela D.44. Esse objeto é de mídia *text*, possui os recursos *slide* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *medium*, densidade semântica *low* e dificuldade *easy*. Relacionando os estilos de aprendizagem de Felipe com o objeto, tem-se:

- *input* = *very verbal*: um *slide* que não possui outros recursos, provavelmente, é textual, favorecendo esse estilo;
- *understanding* = *very global*: como o estudante tem dificuldade no aprendizado linear, necessitando da visão de conjunto para poder compreender os detalhes, utilizando-se *slide* com tipo de interatividade *mixed* e nível de interatividade *medium*, é possível construir um material com essas características;

- *processing = indifferent*: nesse caso, os valores não interferem na escolha; e
- *perception = sensorial*: como o objeto possui baixa dificuldade, pode ser favorável ao estilo de quem é detalhista e não aprecia surpresas nem complicações.

Observando detalhes da Tabela D.44, pode-se verificar que:

- Todos os valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**) são diferentes, no entanto, os objetos O_4_A3, O_7_A3 e O_5_A3, apesar de terem valores diferentes, são bem próximos, indicando que seus valores têm, praticamente, a mesma proximidade do estilo de aprendizagem de Felipe.
- O critério votação (**Vot tot**) é composto por somente dois valores diferentes (1 e 2) e com posicionamento coincidente (**pos** **Vot**) em relação à classificação pela norma ponderada (**pos** **WN**) para o objeto O_2_A3.
- O objeto selecionado não é recomendado para ser apresentado no dispositivo do estudante, mas os objetos O_4_A3, O_7_A3 e O_1_A3 são recomendados.
- Coincidência existe no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos** **Med**) em comparação à norma ponderada (**pos** **WN**) para o objeto O_5_A3.

Tabela D.44: Simulação da situação XXX - Classificação dos objetos no segundo estudo do assunto III para o curso “C2”.

Title	pos WN	WN value	pos	Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_2_A3	1	2,83	1		2	N.Rec.	2
O_6_A3	2	3,02	1		2	N.Rec.	6
O_4_A3	3	3,46	2		1	Rec.	7
O_7_A3	4	3,61	1		2	Rec.	3
O_5_A3	5	3,80	1		2	N.Rec.	5
O_1_A3	6	4,07	1		2	Rec.	1
O_3_A3	7	4,45	2		1	N.Rec.	4

No reestudo do assunto III, Felipe obteve bom resultado no tempo de estudo (1400) e desempenho ruim (4), continuando o estudo no assunto III e alterando seu estilo de aprendizagem para:

- *input = indifferent* (11);
- *understanding = indifferent* (11);

- *processing* = *indifferent* (13);
- *perception* = *indifferent* (11).

No terceiro estudo do assunto III, o objeto O_1_A3 foi selecionado, ainda não estudado e melhor classificado segundo a Tabela D.45. O_1_A3 é de mídias *audio* e *text*, possui os recursos *figure*, *table*, *narrative text*, *questionnaire* e *exam*, tipo de interatividade = *expositive*, nível de interatividade = *low*, densidade semântica = *medium* e dificuldade = *medium*. Como todos os valores para os estilos de aprendizagem de Felipe são *indifferent*, a classificação dos objetos considera a recomendação para exibição no dispositivo e a preferência pelos tipos de mídia.

Na Tabela D.45, também, pode-se observar que, além do objeto O_1_A3, os objetos O_4_A3 e O_5_A3 são recomendados para o dispositivo de Felipe.

Tabela D.45: Simulação da situação XXX - Classificação dos objetos no terceiro estudo do assunto III para o curso “C2”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_1_A3	1	0	1	4	Rec.	1
O_2_A3	1	0	1	4	N.Rec.	2
O_7_A3	1	0	1	4	Rec.	3
O_3_A3	1	0	1	4	N.Rec.	4
O_5_A3	1	0	1	4	N.Rec.	5
O_6_A3	1	0	1	4	N.Rec.	6
O_4_A3	1	0	1	4	Rec.	7

Nesse terceiro estudo, o estudante obteve bons resultados de desempenho (8) e tempo de estudo (1300), prosseguindo para o próximo assunto e reforçando seus estilos de aprendizagem para:

- *input* = *indifferent* (11);
- *understanding* = *indifferent* (11);
- *processing* = *indifferent* (11);
- *perception* = *indifferent* (11).

Na simulação do estudo para o assunto IV, foi selecionado o objeto O_1_A4, não recomendado para o dispositivo de Felipe, mas primeiro na preferência pelos tipos de mídia. O_1_A4 tem as mesmas características do último objeto estudado no assunto anterior e o mesmo tipo de relação envolvendo os estilos de aprendizagem do estudante.

Tabela D.46: Simulação da situação XXX - Classificação dos objetos no primeiro estudo do assunto IV para o curso “C2”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_1_A4	1	0	1	4	N.Rec.	1
O_2_A4	1	0	1	4	N.Rec.	2
O_7_A4	1	0	1	4	N.Rec.	3
O_3_A4	1	0	1	4	N.Rec.	4
O_5_A4	1	0	1	4	N.Rec.	5
O_6_A4	1	0	1	4	N.Rec.	6
O_4_A4	1	0	1	4	N.Rec.	7

No estudo de O_1_A4 Felipe obteve bom tempo de estudo (1400) e desempenho ruim (4), indicando a necessidade de reestudo nesse assunto e alterando seu estilo de aprendizagem para:

- *input = verbal* (18);
- *understanding = global* (18);
- *processing = reflexive* (18);
- *perception = intuitive* (18).

No reestudo do assunto IV, foi selecionado o objeto O_7_A4, melhor classificado pela norma ponderada, conforme apresenta a Tabela D.47, e de mídia *text*. O_7_A4 possui os recursos *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *very high* e dificuldade *very difficulty*; associados aos novos estilos de aprendizagem de Felipe, tem-se que:

- *input = verbal*: O_7_A4 é indicado, pois tem baixa interatividade e possui *narrative text*, que utiliza-se da escrita textual;
- *understanding = global*: como o objeto possui o recurso *narrative text*, tipo de interatividade *expositive* e nível *low*, além disso, como o estudante tem dificuldade no aprendizado linear, necessitando da visão de conjunto para poder compreender os detalhes, é possível que esse objeto não corresponda a essa dimensão do estilo, mesmo que sua construção possa contemplar essa situação;
- *processing = reflexive*: como o estudante prefere o estudo individual e procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos, no objeto com *narrative text*, alta densidade semântica e dificuldade, pode-se trabalhar esse tipo de informação; e

- *perception = intuitive*: como o objeto possui uma dificuldade e densidade semântica muito alta, pode ser favorável ao estilo de quem prefere trabalhar com complicações e inovação.

Na Tabela D.47, também, pode-se observar que:

- Todos os valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**) são diferentes, no entanto verifica-se que alguns objetos tem valores muito próximos, indicando que possuem praticamente a mesma distância dos estilos de aprendizagem de Felipe.
- O critério votação (**Vot tot**) é composto por somente dois valores diferentes (0 e 1), sendo que um dos primeiros mais votados coincide com a posição da norma ponderada (**pos WN**).
- A análise do aspecto tecnológico (**Tech**) permite constatar que todos os objetos não são recomendados de serem exibidos no *notebook* de Felipe.
- Coincidência há no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos Med**) em comparação à norma ponderada (**pos WN**) para o objeto O_5_A4.

Tabela D.47: Simulação da situação XXX - Classificação dos objetos no segundo estudo do assunto IV para o curso “C2”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_7_A4	1	3,39	1	1	N.Rec.	3
O_6_A4	2	3,52	1	1	N.Rec.	6
O_2_A4	3	3,61	2	0	N.Rec.	2
O_4_A4	4	4,00	1	1	N.Rec.	7
O_5_A4	5	4,76	2	0	N.Rec.	5
O_1_A4	6	4,87	1	1	N.Rec.	1
O_3_A4	7	5,00	2	0	N.Rec.	4

No reestudo do assunto IV, Felipe obteve bons resultados de desempenho (9) e tempo de de estudo (1300), prosseguindo pra o próximo assunto do curso e reforçando os seus estilos de aprendizagem para:

- *input = verbal* (18);
- *understanding = global* (18);
- *processing = reflexive* (18);

- *perception* = *intuitive* (18).

Na simulação dos estudos do assunto V, foi selecionado o objeto O_7_A5, melhor classificado pela norma ponderada, como observado na Tabela D.48. Esse objeto tem as mesmas características do último estudado no assunto anterior e tem a mesma relação com os estilos de aprendizagem de Felipe.

Tabela D.48: Simulação da situação XXX - Classificação dos objetos no segundo estudo do assunto V para o curso “C2”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_7_A5	1	3,39	1	1	N.Rec.	3
O_6_A5	2	3,52	1	1	N.Rec.	6
O_2_A5	3	3,61	2	0	N.Rec.	2
O_4_A5	4	4,00	1	1	N.Rec.	7
O_5_A5	5	4,76	2	0	N.Rec.	5
O_1_A5	6	4,87	1	1	N.Rec.	1
O_3_A5	7	5,00	2	0	N.Rec.	4

No estudo de O_7_A5, Felipe obteve bons resultados de desempenho (7) e tempo de estudo (1400), mantendo os mesmos valores de estilo de aprendizagem e, como não há mais assuntos a serem estudados, a simulação finaliza.

D.14 Situação de Estudo XXXI

D.14.1 Considerações

Nessa simulação, foram considerados:

- estudante: Jonas Bloch;
- dispositivo no estudo:
 - assuntos I e II: tipo = *notebook*, modelo = LU.SG608.002, tamanho da tela = 11,6 polegadas e tipo de teclado = *laptop size*;
 - assuntos III e IV: tipo = *Smartphone*, modelo = Galaxy pocket S5300, tamanho da tela = 2,8 polegadas e tipo de teclado = *software keyboard*;
 - assuntos V e VI: tipo = *Tablet*, modelo = NB013, tamanho da tela = 7 polegadas e tipo de teclado = *software keyboard*.
- mídias preferidas: audio = 1, vídeo = 5, *text* = 1, simulação = 3, jogos educacionais = 3 e animação = 5;

- estilos de aprendizagem inicial: *input = visual* (6), *processing = very active* (0) , *perception = intuitive* (18) e *understanding = indifferent* (12);
- curso: C3, com carga horária de 30 h e seis assuntos. Cada assunto, identificado pelo seu número, é composto pelos valores de desempenho, tempo de estudo e *keyword* iguais a:
 - I. 7, 1500 e K1;
 - II. 7, 2000 e K2;
 - III. 7, 1700 e K3;
 - IV. 7, 2000 e K4;
 - V. 7, 1900 e K5;
 - VI. 7, 2100 e K6.
- há um conjunto de sete objetos no repositório para cada assunto do curso;
- assuntos conhecidos pela estudante: nenhum;
- tipos de adaptação selecionados para o curso: *pre-knowledge*, *learning styles*, *performance* e *technology*;
- critério de adaptação na seleção dos objetos de aprendizagem: norma ponderada;
- registro prévio de estudo no curso com bom desempenho e bom tempo de estudo em todos os assuntos de C3. Os valores para o desempenho e tempo de estudo do estudante em cada assunto, identificado pelo número assunto, são:
 - I. 7 e 1300;
 - II. 3 e 1350;
 - III. 8 e 1500;
 - IV. 2 e 1480;
 - V. 9 e 2800;
 - VI. 10 e 1350.

D.14.2 Estudo de Jonas nos Assuntos do Curso C3

Na simulação dos estudo de Jonas para o curso C3, contendo seis assuntos, todas as adaptações estão habilitadas. No estudo desse curso, foram utilizados três dispositivos diferentes: um *notebook* para os dois primeiros assuntos, um *smartphone* para os assuntos III e IV e um *tablet* para os dois últimos assuntos.

Na simulação de estudo para o assunto I, utilizando o notebook de 11,6 polegadas, os objetos selecionados foram classificados pela norma ponderada, votação, tecnologia e tipos de mídia, como apresentado na Tabela D.49, e foi selecionado o objeto O_4_A1, melhor classificado e de mídias *simulation*, *educative game*, *text*. Esse objeto tem os recursos *simulation* e *exam*, tipo de interatividade *active*, nível de interatividade *very high*, densidade semântica *high* e dificuldade *medium*. Então, relacionando essas características aos estilos de aprendizagem de Jonas, pode-se dizer que:

- *input = visual*: uma simulação possui boa interatividade e, normalmente, utiliza-se de recursos visuais;
- *understanding = indifferent*: nesse caso, os valores não interferem na escolha;
- *processing = very active*: uma simulação pode ser utilizada para trabalhar com procedimentos experimentais; e
- *perception = intuitive*: como o objeto apresenta uma dificuldade média e densidade semântica alta, pode ser favorável ao estilo de quem prefere trabalhar com situações complicadas e inovação.

Analisando a Tabela D.49, também, pode-se verificar que:

- Todos os valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**) são diferentes, apesar da proximidade nos valores dos quatro últimos objetos, indicando que possuem, praticamente, a mesma distância do estilo de aprendizagem de Jonas.
- O critério votação (**Vot tot**) é composto por somente três valores diferentes (3, 2 e 1) e o primeiro colocado (**pos Tot**) coincide com a classificação pela norma ponderada (**pos WN**).
- A análise do aspecto tecnológico (**Tech**), permite observar que os objetos O_4_A1, O_7_A1 e O_1_A1 são recomendados para serem exibidos no *notebook* de Jonas.

- Coincidência há no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos Med**) em comparação à norma ponderada (**pos WN**) para os objetos O_5_A1 e O_1_A1.

Tabela D.49: Simulação da situação XXXI - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C3”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_4_A1	1	2,65	1	3	Rec.	4
O_6_A1	2	3,82	3	1	N.Rec.	1
O_2_A1	3	4,00	2	2	N.Rec.	6
O_5_A1	4	5,06	3	1	N.Rec.	2
O_7_A1	5	5,15	3	1	Rec.	5
O_3_A1	6	5,26	3	1	N.Rec.	3
O_1_A1	7	5,33	3	1	Rec.	7

Na simulação do estudo do objeto O_4_A1, foi considerado que, conforme valores registrados, Jonas obteve bons resultados de desempenho (8) e tempo de estudo (1300), prosseguindo seus estudos para o próximo assunto e reforçando os estilos de aprendizagem com os valores:

- *input* = *visual* (5);
- *understanding* = *indifferent* (11);
- *processing* = *very active* (2);
- *perception* = *intuitive* (17).

Na simulação do estudo do assunto II, foi selecionado o objeto O_4_A2, conforme Tabela D.50, de mesmas características do objeto estudado no assunto I e mesma relação envolvendo os estilos de aprendizagem de Jonas. O objeto selecionado não é recomendado para ser apresentado no dispositivo de Jonas.

Tabela D.50: Simulação da situação XXXI - Classificação dos objetos no primeiro estudo do assunto II para o curso “C3”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_4_A2	1	3,39	1	3	N.Rec.	4
O_6_A2	2	4,83	3	0	N.Rec.	3
O_2_A2	3	5,20	2	1	N.Rec.	6
O_5_A2	4	6,29	3	0	N.Rec.	2
O_7_A2	5	6,36	3	0	Rec.	7
O_3_A2	6	6,68	3	0	N.Rec.	1
O_1_A2	7	6,74	3	0	Rec.	5

No estudo de O_4_A2, Jonas obteve bom tempo de estudo (1350), mas desempenho ruim (3), permanecendo no assunto II e alterando o seu estilo de aprendizagem para:

- $input = indifferent$ (14);
- $understanding = global$ (17);
- $processing = indifferent$ (11);
- $perception = indifferent$ (8).

No reestudo do assunto II, ainda utilizando o *Notebook*, foi selecionado o objeto O_2_A2, melhor classificado pela norma ponderada e de mídia *text*, conforme Tabela D.51. Esse objeto é composto dos recursos *slide* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *medium*, densidade semântica *low* e dificuldade *easy*. Relacionando esse objeto aos estilos de aprendizagem de Jonas, tem-se:

- $input = indifferent$, $processing = indifferent$ e $perception = indifferent$: nesse caso, os recursos não afetam o estilo;
- $understanding = global$: como o estudante tem dificuldade no aprendizado linear, necessitando da visão de conjunto para poder compreender os detalhes e o tipo de interatividade é *mixed* e o nível de interatividade é *medium*, é provável que esse estilo seja favorecido.

Na Tabela D.51, também, observa-se que:

- Todos os valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**) são diferentes e alguns são relativamente próximos, especialmente, as duplas de objetos: O_6_A2 e O_5_A2; e O_1_A2 e O_3_A2, indicando que essas duplas têm, praticamente, a mesma distância do estilo de aprendizagem de Jonas.
- O critério votação (**Vot tot**) é composto por dois valores diferentes (2 e 3) e não há coincidência de posicionamento com nenhum objeto em relação à classificação pela norma ponderada (**pos WN**).
- Os únicos objetos recomendados para serem apresentados no *notebook* do estudante são O_7_A2 e O_1_A2.

- Coincidência existe no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos Med**) em comparação à norma ponderada (**pos WN**) para o objeto O_1_A2.

Tabela D.51: Simulação da situação XXXI - Classificação dos objetos no segundo estudo do assunto II para o curso “C3”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_2_A2	1	3,61	2	2	N.Rec.	6
O_6_A2	2	3,80	1	3	N.Rec.	3
O_5_A2	3	3,90	2	2	N.Rec.	2
O_7_A2	4	4,00	2	2	Rec.	7
O_1_A2	5	4,17	1	3	Rec.	5
O_3_A2	6	4,20	2	2	N.Rec.	1
O_4_A2	7	5,43	2	2	N.Rec.	4

No estudo do O_2_A2, Jonas obteve um bom resultado de desempenho (8) e razoável tempo de estudo (2400), prosseguindo para o próximo assunto e alterando, sensivelmente, os valores do estilo de aprendizagem para:

- $input = indifferent$ (12);
- $understanding = global$ (15);
- $processing = indifferent$ (12);
- $perception = indifferent$ (12).

Na simulação do estudo do assunto III, utilizando um *smartPhone*, foi selecionado o objeto O_7_A3, melhor classificado pela norma ponderada, como apresentado na Tabela D.52. Esse objeto é de mídia *text*, possui os recursos *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *very high* e dificuldade *very difficulty*; associados aos novos estilos de aprendizagem de Jonas, tem-se:

- $input = indifferent$, $processing = indifferent$ e $perception = indifferent$: nesse caso, os valores não interferem na escolha;
- $understanding = global$: como o objeto possui o recurso *narrative text*, tipo de interatividade *expositive* e nível *low*, além disso, como o estudante tem dificuldade no aprendizado linear, necessitando da visão de conjunto para poder compreender os detalhes, é possível que esse objeto não corresponda a essa dimensão do estilo, mesmo que sua construção possa contemplar essa situação.

Analisando os outros valores da Tabela D.52, verifica-se que:

- Os valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**) são diferentes, apesar de próximos, indicando que possuem razoável proximidade aos estilos de aprendizagem de Jonas.
- O critério votação (**Vot tot**) é composto por três valores diferentes (2, 1 e 0) e tem posicionamento coincidente (**pos** **Vot**) com o terceiro objeto melhor classificado pela norma ponderada (**pos** **WN**). Além disso, caso esse critério fosse utilizado, seria selecionado o objeto O_4_A3.
- Todos os objetos da relação não são recomendados (**Tech**) para apresentar no dispositivo *smartphone* com 2,8 polegadas de tamanho de tela e tipo de teclado *software keyboard*.
- Coincidência há no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos** **Med**) em comparação à norma ponderada (**pos** **WN**) para os objetos O_6_A3 e O_1_A3.

Tabela D.52: Simulação da situação XXXI - Classificação dos objetos no estudo do assunto III para o curso “C3”.

Title	pos WN	WN value	pos	Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_7_A3	1	5,29	2		1	N.Rec.	7
O_4_A3	2	5,61	1		2	N.Rec.	4
O_6_A3	3	5,71	3		0	N.Rec.	3
O_2_A3	4	5,92	3		0	N.Rec.	6
O_1_A3	5	6,08	2		1	N.Rec.	5
O_3_A3	6	6,12	3		0	N.Rec.	1
O_5_A3	7	6,83	3		0	N.Rec.	2

No estudo desse assunto, Jonas obteve bons resultados de desempenho (9) e tempo de estudo (1350), por esse fato, avança para o próximo assunto do curso e seus estilos de aprendizagem sofreram pequena alteração nos valores para:

- $input = indifferent$ (11);
- $understanding = indifferent$ (13);
- $processing = indifferent$ (11);
- $perception = indifferent$ (11).

Na simulação do estudo do assunto IV, foi selecionado o objeto O_3_A4, como ilustrado na Tabela D.53. Esse objeto tem as mídias *video* e *text*, possui os recursos *figure* e *exam*, tipo de interatividade *expositive*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *very high* e dificuldade *difficulty*. Como todos os estilos de aprendizagem de Jonas possuem o valor *indifferent*, as características do objeto não interferem na sua escolha.

Na Tabela D.53, pode-se verificar que nenhum objeto é recomendado para ser exibido no dispositivo de Jonas, assim, o critério para escolha do objeto de aprendizagem foi a preferência do estudante pelos tipos de mídia.

Tabela D.53: Simulação da situação XXXI - Classificação dos objetos no primeiro estudo do assunto IV para o curso “C3”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_3_A4	1	0	1	0	N.Rec.	1
O_5_A4	1	0	1	0	N.Rec.	2
O_6_A4	1	0	1	0	N.Rec.	3
O_4_A4	1	0	1	0	N.Rec.	4
O_1_A4	1	0	1	0	N.Rec.	5
O_2_A4	1	0	1	0	N.Rec.	6
O_7_A4	1	0	1	0	N.Rec.	7

No estudo do objeto O_3_A4, Jonas obteve bom tempo de estudo (1480), mas desempenho ruim (2), permanecendo no assunto IV e alterando seus estilos de aprendizagem como apresentados abaixo:

- *input = verbal* (17);
- *understanding = global* (17);
- *processing = reflexive* (17);
- *perception = intuitive* (17).

No reestudo do assunto IV, ainda utilizando o dispositivo *smartphone*, foi selecionado o objeto O_7_A4, conforme apresenta a Tabela D.54. O objeto O_7_A4 contém a mídia *text*, possui os recursos *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *very high* e dificuldade *very difficulty*; e associados aos novos estilos de aprendizagem de Jonas, tem-se:

- *input = verbal*: o objeto é indicado, pois tem baixa interatividade e possui *narrative text* que utiliza-se da escrita textual;

- *understanding = global*: nesse estilo, o estudante tem dificuldade no aprendizado linear, necessitando da visão de conjunto para poder compreender os detalhes, como o objeto tem *narrative text* com tipo de interatividade *mixed* e nível de interatividade *low*, é provável que não favoreça esse estilo;
- *processing = reflexive*: como o estudante prefere o estudo individual e procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos, nesse objeto, com *narrative text*, alta densidade semântica e dificuldade, pode-se trabalhar esse tipo de informação; e
- *perception = intuitive*: o objeto tem densidade semântica *very high* e dificuldade *very difficulty*; além disso, o estudante gosta de inovação e de complicações, então, é provável que o objeto favoreça essa dimensão do estilo.

Na Tabela D.54, também, pode-se observar que:

- Todos os valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**) são diferentes e alguns são relativamente próximos, especialmente, as duplas de objetos: O_6_A4 e O_2_A4; e O_1_A2 e O_5_A2, indicando que essas duplas têm, praticamente, a mesma distância do estilo de aprendizagem de Jonas.
- O critério votação (**Vot tot**) possui somente dois valores diferentes (0 e 1), sendo que um dos primeiros mais votados coincide com a posição da norma ponderada (**pos WN**).
- A análise do aspecto tecnológico (**Tech**), permite constatar que todos os objetos não são recomendados para serem exibidos no *smartphone* de Jonas.
- Coincidência existe no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos Med**) em comparação à norma ponderada (**pos WN**) para o objeto O_4_A4.

No estudo do O_7_A4, Jonas obteve bons resultados de desempenho (8) e tempo de estudo (1300), prosseguindo para o próximo assunto do curso e reforçando os seus estilos para:

- *input = verbal* (18);
- *understanding = global* (18);

Tabela D.54: Simulação da situação XXXI - Classificação dos objetos no segundo estudo do assunto IV para o curso “C3”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O.7_A4	1	3,39	1	1	N.Rec.	7
O.6_A4	2	3,52	1	1	N.Rec.	3
O.2_A4	3	3,61	2	0	N.Rec.	6
O.4_A4	4	4,00	1	1	N.Rec.	4
O.5_A4	5	4,76	2	0	N.Rec.	2
O.1_A4	6	4,87	1	1	N.Rec.	5
O.3_A4	7	5,00	2	0	N.Rec.	1

- *processing* = *reflexive* (18);
- *perception* = *intuitive* (18).

Na simulação do estudo do assunto V, utilizando um *tablet*, foi selecionado o objeto O.7_A5, conforme classificação da Tabela D.55. Esse objeto tem as mesmas características do último objeto estudado e possui o mesmo tipo de relacionamento entre os estilos de aprendizagem de Jonas. Diferente do assunto anterior, pode-se observar na Tabela D.55 que há o objeto O.4_A5 recomendado para o dispositivo de estudo.

Tabela D.55: Simulação da situação XXXI - Classificação dos objetos no estudo do assunto V para o curso “C3”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O.7_A5	1	3,39	1	1	N.Rec.	7
O.6_A5	2	3,52	1	1	N.Rec.	3
O.2_A5	3	3,61	2	0	N.Rec.	6
O.4_A5	4	4,00	1	1	Rec.	4
O.5_A5	5	4,76	2	0	N.Rec.	2
O.1_A5	6	4,87	1	1	N.Rec.	5
O.3_A5	7	5,00	2	0	N.Rec.	1

No estudo do O.7_A5, Jonas obteve bom desempenho (9), mas tempo de estudo não muito bom (2800), prosseguindo para o próximo assunto e mudando seus estilos de aprendizagem para:

- *input* = *indifferent* (13);
- *understanding* = *indifferent* (13);
- *processing* = *indifferent* (13);
- *perception* = *indifferent* (13).

No estudo do assunto VI, os objetos selecionados foram classificados pela norma ponderada, votação, tecnologia e tipos de mídia, como apresentado na Tabela D.56, porém como todos os estilos de aprendizagem são *indifferent*, o critério de adaptação utilizado para selecionar o objeto O_4_A6 foi a tecnologia. Esse objeto é recomendado para ser apresentado no *tablet* de Jonas e tem a quarta posição na classificação pela preferência nos tipos de mídia.

Tabela D.56: Simulação da situação XXXI - Classificação dos objetos no estudo do assunto VI para o curso “C3”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_3_A6	1	0	1	4	N.Rec.	1
O_5_A6	1	0	1	4	N.Rec.	2
O_6_A6	1	0	1	4	N.Rec.	3
O_4_A6	1	0	1	4	Rec.	4
O_1_A6	1	0	1	4	N.Rec.	5
O_2_A6	1	0	1	4	N.Rec.	6
O_7_A6	1	0	1	4	N.Rec.	7

No estudo de O_4_A6, o estudante obteve bons resultados de desempenho (7) e tempo de estudo (1400), reforçando seus estilos de aprendizagem para:

- $input = indifferent$ (11);
- $understanding = indifferent$ (11);
- $processing = indifferent$ (11);
- $perception = indifferent$ (11).

Como não há mais assuntos a serem estudados no curso, a simulação finaliza.

D.15 Situação de Estudo XXXII

D.15.1 Considerações

Nessa simulação, foram considerados:

- estudante: Maria Teste;
- dispositivo no estudo: tipo = *tablet*, modelo = NB013, tamanho da tela = 7 polegadas e tipo de teclado = *software keyboard*.
- mídias preferidas: audio = 1, vídeo = 5, *text* = 3, simulação = 4, jogos educacionais = 5 e animação = 5;

- estilos de aprendizagem inicial: *input = very visual* (0), *processing = reflexive* (18) , *perception = indifferent* (8) e *understanding = sequential* (5);
- curso: C10, com carga horária de 15 h e três assuntos. Cada assunto, identificado pelo seu número, é composto pelos valores de desempenho, tempo de estudo e *keyword* iguais a:
 - I. 7, 1500 e K1,K8;
 - II. 7, 1500 e K2,K7;
 - III. 7, 1500 e K3,K6.
- há um conjunto de três objetos no repositório para cada assunto do curso;
- assuntos conhecidos pela estudante: todos;
- tipos de adaptação selecionados para o curso: *pre-knowledge*, *learning styles*, *performance* e *technology*;
- critério de adaptação na seleção dos objetos de aprendizagem: norma ponderada;
- registro prévio de estudo no curso com bom desempenho e bom tempo de estudo em todos os assuntos de C3. Os valores para o desempenho e tempo de estudo do estudante em cada assunto, identificado pelo seu número, são:
 - I. 7 e 1400;
 - II. 7 e 1400;
 - III. 7 e 1400.

D.15.2 Estudo de Maria nos Assuntos do Curso C10

Como todas as adaptações estão habilitadas e a estudante Maria conhece todos os assuntos do curso, o simulador finaliza a simulação de estudo no curso C10, conforme projetado no algoritmo.

D.16 Situação de Estudo XXXIII

D.16.1 Considerações

Nessa simulação, foram considerados:

- estudante: Ivan Oliveira Bastos;
- dispositivo no estudo: tipo = *notebook*, modelo = LU.SG608.002, tamanho da tela = 11,6 polegadas e tipo de teclado = *laptop size*.
- mídias preferidas: audio = 1, vídeo = 3, *text* = 1, simulação = 5, jogos educacionais = 5 e animação = 5;
- estilos de aprendizagem inicial: *input* = *verbal* (17), *processing* = *very active* (0), *perception* = *indifferent* (12) e *understanding* = *sequential* (4);
- curso: C10, com carga horária de 15 h e três assuntos. Cada assunto, identificado pelo seu número, é composto pelos valores de desempenho, tempo de estudo e *keyword* iguais a:

I. 7, 1500 e K1,K8;

II. 7, 1500 e K2,K7;

III. 7, 1500 e K3,K6.

- há um conjunto de três objetos no repositório para cada assunto do curso;
- assuntos conhecidos pela estudante: nenhum;
- tipos de adaptação selecionados para o curso: *pre-knowledge*, *learning styles*, *performance* e *technology*;
- critério de adaptação na seleção dos objetos de aprendizagem: votação;
- registro prévio de estudo no curso com bom desempenho/tempo de estudo em todos os assuntos de C3. Os valores para o desempenho e tempo de estudo do estudante em cada assunto, identificado pelo seu número, são:

I. 7 e 1400;

II. 4 e 2100;

III. 6 e 1300.

D.16.2 Estudo de Ivan nos Assuntos do Curso C10

Na simulação dos estudos de Ivan no curso C10, todas as adaptações estão habilitadas, assim, serão avaliadas a *pre-knowledge*, *learning styles*, *performance* e *technology*. O critério votação, relacionado aos estilos de aprendizagem individuais, é utilizado para selecionar o objeto mais adequado aos estilos do estudante.

No estudo do assunto I, os objetos foram selecionados e classificados pela votação, norma ponderada, tecnologia e preferência nos tipos de mídia, como ilustrados na Tabela D.57, e foi selecionado o objeto O_2_A1_2C, melhor classificado pela votação e de mídia *text*. O objeto possui os recursos *slide* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *medium*, densidade semântica *low* e dificuldade *easy*. Relacionando esse objeto ao estilo de aprendizagem de Ivan, tem-se:

- *input = verbal*: um *slide* que não possui outros recursos, provavelmente, é textual, favorecendo esse estilo;
- *understanding = sequential*: como o estudante prefere a forma sequencial, lógica e encadeada de apresentação do conhecimento, utilizando-se *slide* com tipo de interatividade *medium* e nível de interatividade *mixed*, é possível construir um material com essas características;
- *processing = very active*: o estudante prefere trabalhar em experimentos e estudar em grupo, nesse caso, o objeto não condiz com a preferência do estudante; e
- *perception = indifferent*: nesse caso, o valor não interfere na escolha.

Na Tabela D.57, observa-se que:

- O critério votação (**Vot tot**) possui dois valores diferentes (2 e 4). O objeto O_2_A1_2C com o valor $Vot\ tot = 4$ é o melhor em todas as dimensões dos estilos de aprendizagem.
- Todos os valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**) são diferentes, no entanto, os dois últimos, classificados por esse critério, têm valores bem próximos, indicando que possuem, praticamente, a mesma distância dos estilos de aprendizagem de Ivan. Além disso, observa-se que o primeiro classificado pela norma ponderada (**WN Value**) coincide com o primeiro classificado pela votação (**Vot tot**).
- Dois objetos recomendados (**Tech**) existem para apresentar no dispositivo *Notebook* com 11,6 polegadas de tamanho de tela e tipo de teclado *laptop size*, o O_2_A1_2C e o O_1_A1_2C.
- Coincidência há no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos Med**) em comparação à votação (**pos Tot**) para um dos objetos que tem segunda melhor colocação.

Tabela D.57: Simulação da situação XXXIII - Classificação dos objetos no estudo do assunto I para o curso “C10”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_2_A1_2C	1	4,00	1	4	Rec.	3
O_3_A1_2C	3	5,08	2	2	N.Rec.	1
O_1_A1_2C	2	4,92	2	2	Rec.	2

No estudo de O_2_A1_2C, Ivan obteve bons resultados de desempenho (7) e tempo de estudo (1400), prosseguindo para próximo assunto e reforçando seus estilos de aprendizagem para:

- *input* = *verbal* (17);
- *understanding* = *sequential* (5);
- *processing* = *very active* (2);
- *perception* = *indifferent* (11).

Na simulação dos estudos do assunto II, foi selecionado o objeto O_1_A2_2C, melhor classificado pela votação, conforme Tabela D.58, de mídias *simulation*, *educative game*, *text* e compatível com os tipos de mídias preferidas por Ivan. O_1_A2_2C possui os recursos *simulation* e *exam*, tipo de interatividade *active*, nível de interatividade *very high*, densidade semântica *high* e dificuldade *medium*. Analisando os estilos com o objeto, observa-se:

- *input* = *verbal*: uma simulação com nível de interatividade muito alta, dificilmente, contemplará esse estilo;
- *understanding* = *sequential*: *simulation* com tipo de interatividade *active* e nível *very high* indica que o objeto é bastante interativo e, como o estudante prefere a forma sequencial, lógica e encadeada de apresentação do conhecimento, não é provável que se construa uma simulação com essas características;
- *processing* = *very active*: com *simulation*, pode-se construir objetos experimentais. Como esse estilo favorece quem prefere trabalhar em experimentos, o objeto pode ser compatível ao seu estilo; e
- *perception* = *indifferent*: nesse caso, os valores não interferem na escolha.

Analisando a Tabela D.58, também, pode-se verificar que:

- O critério votação (**Vot tot**) possui todos os valores diferentes, indicando distâncias diferentes dos estilos de aprendizagem do estudante.
- Todos os valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**) são diferentes e não coincidem com o posicionamento do critério votação. No entanto, os objetos O_1_A2_2C e O_2_A2_2C têm valores próximos de norma ponderada, indicando que possuem, praticamente, a mesma distância dos estilos de Ivan, segundo esse critério.
- O primeiro objeto da relação é recomendado (**Tech**) para apresentar no dispositivo *notebook* com 11,6 polegadas de tamanho de tela e tipo de teclado *laptop size*.
- Coincidência há no posicionamento das preferências pelos tipos de mídia (**pos Med**) em comparação à norma ponderada (**pos WN**) para o objeto melhor classificado.

Tabela D.58: Simulação da situação XXXIII - Classificação dos objetos no primeiro estudo do assunto II para o curso “C10”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_1_A2_2C	2	4,47	1	3	Rec.	1
O_2_A2_2C	3	4,71	2	2	N.Rec.	3
O_3_A2_2C	1	3,92	3	1	N.Rec.	2

No estudo do objeto O_1_A2_2C, o estudante obteve resultados ruins de desempenho (4) e tempo de estudo (2100), permanecendo no assunto II e alterando seus estilos de aprendizagem para:

- *input* = *visual* (8);
- *understanding* = *indifferent* (14);
- *processing* = *indifferent* (11);
- *perception* = *intuitive* (18).

No reestudo do assunto II, foi selecionado o objeto O_3_A2_2C, ainda não estudado e segundo melhor classificado pela votação, conforme Tabela D.59. Esse objeto é formado pelas mídias *video*, *audio*, *educative game*, *simulation*, *animation* e *text*, compatível com as preferências de Ivan. O_3_A2_2C possui os recursos *simulation*, *figure*, *diagram*, *narrative text*, *exam*, tipo de interatividade = *mixed*, nível de interatividade = *medium*, densidade semântica = *medium* e dificuldade

= *easy*. Relacionando esse objeto aos estilos de aprendizagem de Ivan, pode-se dizer que:

- *input = visual*: como o objeto é composto de recursos variados, incluindo *figure* e *diagram*, é provável que favoreça o estilo do estudante;
- *understanding = indifferent* e *processing = indifferent*: nesse caso, a escolha não interfere no estilo de Ivan; e
- *perception = intuitive*: em uma *simulation*, é possível realizar inovação, porém devido à baixa dificuldade do objeto, provavelmente, não apresenta complicações.

Observando os outros valores da Tabela D.59, tem-se:

- O critério votação (**Vot tot**) possui somente dois valores diferentes (4 e 2), mas o objeto O_1_A2_2C (**Vot tot** = 4) apresenta melhor posicionamento envolvendo todos os estilos individuais de Ivan.
- Todos os valores calculados para a norma ponderada dos objetos (**WN Value**) são diferentes, indicando que nenhum objeto possui o mesmo peso para os estilos de aprendizagem do estudante.
- A análise do aspecto tecnológico (**Tech**), permite observar que somente o objeto O_1_A2_2C é indicado para ser apresentado no dispositivo do estudante.
- A observação da classificação pelos tipos de médias (**pos Med**) e pela votação (**pos Vot**) possibilita verificar que os objetos O_1_A2_2C e O_3_A2_2C, coincidem com o posicionamento pelo critério votação.

Tabela D.59: Simulação da situação XXXIII - Classificação dos objetos no segundo estudo do assunto II para o curso “C10”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_1_A2_2C	1	1,73	1	4	Rec.	1
O_3_A2_2C	2	2,41	2	2	N.Rec.	2
O_2_A2_2C	3	3,29	2	2	N.Rec.	3

No estudo de O_3_A2_2C, Ivan obteve tempo de estudo bom (1500) e desempenho mediano (5), avançando para o próximo assunto, mas recebendo um reforço para o assunto II. Após esse estudo, os estilos de aprendizagem de Ivan foram alterados para:

- *input* = *indifferent* (13);
- *understanding* = *indifferent* (13);
- *processing* = *indifferent* (13);
- *perception* = *indifferent* (13).

No reforço do estudo para o assunto II, foi selecionado o objeto O_2_A2_2C, terceiro classificado e ainda não estudado, como apresentado na Tabela D.60. Esse objeto possui as mídias *video* e *text*, tem os recursos *figure*, *graph*, *table*, *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *low* e dificuldade *very easy*. Como os valores dos estilos são *indifferent* não interferem na escolha de objeto, sendo, então, O_2_A2_2C avaliado pela tecnologia e pelas preferências nos tipos de mídia.

Tabela D.60: Simulação da situação XXXIII - Classificação dos objetos no reforço do estudo do assunto II para o curso “C10”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_1_A2_2C	1	0	1	4	Rec.	1
O_3_A2_2C	1	0	1	4	N.Rec.	2
O_2_A2_2C	1	0	1	4	N.Rec.	3

No estudo do assunto III, foi selecionado o objeto O_1_A3_2C, recomendado para ser exibido no dispositivo *notebook* e melhor classificado na preferência pelos tipos de mídia, conforme observado na Tabela D.61. Esse objeto é composto pela mídia *text*, tem os recursos *narrative text* e *exam*, tipo de interatividade *mixed*, nível de interatividade *low*, densidade semântica *very high* e dificuldade *very difficulty*. Como os valores dos estilos de Ivan são *indifferent*, os valores de votação não interferem na escolha do objeto.

Tabela D.61: Simulação da situação XXXIII - Classificação dos objetos no estudo do assunto III para o curso “C10”.

Title	pos WN	WN value	pos Vot	Vot tot	Tech	pos Med
O_1_A3_2C	1	0	1	4	Rec.	1
O_2_A3_2C	1	0	1	4	Rec.	2
O_3_A3_2C	1	0	1	4	Rec.	3

No estudo do objeto O_1_A3_2C, Ivan obteve bom resultado de tempo de estudo (1350), mas desempenho médio (6), recebendo um reforço para o assunto III e mantendo os seus valores dos estilos.

No reforço do estudo do assunto III, foi selecionado objeto O_2_A3_2C, ainda não estudado e segundo melhor classificado na preferência pelos tipos de mídia, conforme Tabela D.61.

Como não há mais assuntos a serem estudados, a simulação dos estudos de Ivan finaliza.