



Universidade do Porto

Faculdade de Engenharia

FEUP

**“Um método de adaptabilidade de conteúdos multimédia num
contexto semi-presencial”**

Maria Dulce Fernandes Mota

Mestre em Informática - Especialização em Ciências da Computação

**Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de Mestre em
Tecnologia Multimédia – Perfil: Engenharia**

Dissertação realizada sob a supervisão do

Prof. Doutor Carlos Vaz de Carvalho

**do Departamento de Engenharia Informática do Instituto Superior de Engenharia do
Porto**

Porto, Julho de 2008

Poema

*Cumpridos os deveres compridos deixaram
De assediar minhas horas*

Doce a liberdade retoma em si minha leveza antiga

Sophia de Mello Breyner Andresen
("Obra Poética II")

RESUMO

Actualmente vive-se numa sociedade cada vez mais dinâmica onde as solicitações profissionais e ao longo da vida estão em constante mudança. Cada vez mais, é necessário saber como responder aos diversos desafios que são colocados diariamente, o que muitas vezes leva a mudanças drásticas nos comportamentos das pessoas.

Para responder aos desafios da sociedade actual, o sistema educativo tem vindo, aos poucos, a desenvolver esforços para a inclusão das novas tecnologias na sala de aula. Contudo, a escola continua a dar mais ênfase às competências analíticas sobre as outras, nomeadamente, sobre as práticas e as criativas, o que, segundo especialistas contemporâneos da área da inteligência, não parece ser compatível com os novos padrões profissionais e de vida. Já não é uma questão de preferência, mas de necessidade, pensar que a educação deve ter como resultado o domínio das três competências acima referidas. Estas ideias são defendidas pelo psicólogo Robert Sternberg, criador, entre outras, da Teoria Triárquica da Inteligência (de Sucesso) humana.

Esta dissertação sustenta-se nos princípios da teoria de R. Sternberg e numa componente mais tecnológica, nos Sistemas Hipermédia Adaptativos (SHAs). Com base nestas duas áreas do conhecimento, foi criado o modelo de ensino-aprendizagem ILEM (*Intelligent Learning Environment Model*), em contexto semi-presencial. Este modelo contempla uma parte presencial e uma parte *on-line*, cenários que se complementam em ambiente de sala de aula. Para a componente *on-line* do modelo, foi desenvolvida uma aplicação hipermédia adaptativa, a qual executa a adaptação ao aluno com base nas suas características de inteligência. No meio educacional, os SHAs podem contribuir para um ensino e aprendizagem mais personalizados desafiando, em certa medida, o paradigma “*one-size-fits-all*” (Brusilovsky, 2001). O objectivo principal do modelo ILEM é contribuir para a motivação de *todos* os alunos na aprendizagem de matérias curriculares.

Por último, apresentam-se os resultados da avaliação da aplicação hipermédia adaptativa, os quais apontam para um equilíbrio maximizado de competências individuais o que está em consonância com os pressupostos teóricos.

Palavras chave: Sistemas Hipermedia Adaptativos, Teoria Triárquica da Inteligência (de Sucesso), contexto semi-presencial, ensino-aprendizagem.

ABSTRACT

In the present ever evolving society, people's professional and personal lives have to deal with a wide range of dynamic demands. It is essential to know how to handle the various challenges we face everyday. Often this implies dramatic changes in people's behaviour.

In order to cope with the challenges of the present society, the educational system has gradually been developing measures to include the new technologies in the classroom. However, education settings still consider the analytical skills above the others, namely above the practical and creative. This mainstream, according to some contemporary experts in the intelligence field, is not that compatible with the new professional and life standards. Believing that education should imply managing the three above referred skills is no longer a question of preference but of necessity. These ideas are defended by the psychologist Robert Sternberg, author of the human Triarchic Theory of (Successful) Intelligence, among others.

The present dissertation is based on the principles of R. Sternberg's theory and on a more technological component, the Adaptive Hypermedia Systems. Based on these two knowledge areas, the ILEM (*Intelligent Learning Environment Model*) teaching-learning model was developed in a semi-presential context. This methodology comprises two components, presential and on-line, two distinct scenarios which complement the classroom environment. For the on-line component of the model an adaptive hypermedia application was developed, which adapts to the student using an algorithm especially conceived to achieve this objective. In the educational settings, the Adaptive Hypermedia Systems may contribute for a more personalised teaching and learning, challenging to a certain extent the "*one-size-fits-all*" paradigm (Brusilovsky, 2001).

The ILEM model mainly aims to increase all students' motivation in learning the curricular matters.

Finally, the evaluation results of the adaptive hypermedia application are presented. These results reveal a maximized balance among the individual capabilities, which is in accordance with the theoretical claims.

Key-words: Adaptive Hypermedia Systems, Triarchic Theory of (Successful) Intelligence, semi-presential context, teaching-learning.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Doutor Carlos Vaz de Carvalho, pela orientação científica deste trabalho e pelo apoio demonstrado durante todo este período.

Ao Prof. Doutor Eurico Carrapatoso pela amizade e simpatia demonstrada ao longo de todo o meu percurso neste Mestrado.

Ao Constantino Martins pela disponibilidade para troca de conhecimentos sobre os nossos trabalhos.

À Ana Barata pela preciosa ajuda na revisão do texto em inglês mas principalmente, pela forte amizade que nos une.

À Dra. Maria Cristina Lobo Miranda pelos valiosos esclarecimentos sobre o tema desenvolvimento de investigações qualitativas.

A todos os alunos que colaboraram durante as sessões experimentais.

Aos meus estimados colegas do curso de Mestrado em Tecnologia Multimédia.

A toda a minha família, aos meus pais, à minha irmã, ao meu cunhado, às minhas afilhadas e finalmente aos meus sogros, que em tantos momentos me apoiaram.

Um obrigada a todos que directamente ou indirectamente contribuíram para a realização deste trabalho.

ÍNDICE DE MATÉRIAS

RESUMO	V
ABSTRACT	VII
AGRADECIMENTOS	IX
ÍNDICE DE MATÉRIAS.....	XI
LISTA DE FIGURAS	XIII
LISTA DE TABELAS.....	XV
LISTA DE ABREVIATURAS.....	XVII
1 INTRODUÇÃO.....	19
1.1 ENQUADRAMENTO	21
1.2 MOTIVAÇÃO.....	22
1.3 OBJECTIVOS	23
1.4 METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO	24
1.5 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	26
2 SOBRE A TEORIA TRIÁRQUICA DA INTELIGÊNCIA (DE SUCESSO) HUMANA	29
2.1 INTRODUÇÃO	29
2.2 TEORIAS MAIS RELEVANTES SOBRE INTELIGÊNCIA.....	31
2.2.1 <i>Corrente Psicométrica (factorial, diferencial)</i>	32
2.2.2 <i>Corrente Desenvolvimentista-Construtivista</i>	35
2.2.3 <i>Corrente Cognitivista</i>	38
2.2.4 <i>Corrente Cognitivo-contextual</i>	40
2.2.5 <i>Corrente da Ciência Cognitiva</i>	44
2.2.6 <i>Corrente Biológica</i>	45
2.3 TEORIA TRIÁRQUICA DA INTELIGÊNCIA (DE SUCESSO)	46
3 SISTEMAS HIPERMÉDIA ADAPTATIVOS	53
3.1 INTRODUÇÃO	53
3.2 HIPERTEXTO.....	56
3.3 HIPERMÉDIA.....	59
3.3.1 <i>Vantagens e desvantagens</i>	60
3.4 SISTEMAS HIPERMÉDIA ADAPTATIVOS	61
3.4.1 <i>História e áreas de aplicação dos Sistemas Hipermédia Adaptativos</i>	63
3.4.2 <i>Métodos e técnicas usadas nos Sistemas de Hipermédia Adaptativos</i>	70
3.4.3 <i>Ferramentas de autor usadas para a criação de Sistemas Hipermédia Adaptativas</i>	74
4 DESCRIÇÃO DO MODELO DE ENSINO-APRENDIZAGEM	77
4.1 INTRODUÇÃO	77
4.2 MODELO DE ENSINO-APRENDIZAGEM.....	79
4.2.1 <i>Metodologia</i>	81
4.2.2 <i>O cenário on-line</i>	82
4.2.3 <i>O cenário presencial</i>	84
4.2.4 <i>Material de ensino triárquico</i>	85
4.2.5 <i>Algoritmo proposto</i>	85
5 CONCEPÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO HIPERMÉDIA ADAPTATIVA .	89
5.1 O SISTEMA AHA!	89
5.1.1 <i>Arquitectura do AHA!</i>	90
5.1.2 <i>Funcionalidades adaptativas do AHA!</i>	95
5.2 IMPLEMENTAÇÃO	99
5.2.1 <i>Actividades de autoria</i>	99
5.2.2 <i>Implementação do algoritmo</i>	108

5.2.3	<i>Interação entre utilizador e aplicação.....</i>	<i>110</i>
5.2.4	<i>Descrição da experiência e apresentação dos resultados.....</i>	<i>113</i>
6	CONCLUSÕES.....	125
	REFERÊNCIAS	131
	ANEXO A – QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DAS COMPONENTES TRIÁRQUICAS USADO NA APLICAÇÃO	139
	ANEXO B – CÓDIGO XML DAS REGRAS USADAS PELA APLICAÇÃO PARA REALIZAR A ADAPTAÇÃO	155
	ANEXO C – CÓDIGO JAVA REFERENTE AO PROGRAMA DE MANUTENÇÃO DAS COMPONENTES: ANALÍTICA, PRÁTICA E CRIATIVA.....	165
	ANEXO D – ALGUNS EXEMPLOS DE ACTIVIDADES DE APRENDIZAGEM.....	169

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - CLASSES DE SISTEMAS DESENVOLVIDOS DESDE A SEGUNDA METADE DO SÉC. XX NO DOMÍNIO DO ENSINO-APRENDIZAGEM.	55
FIGURA 2 - EXEMPLO DE UMA ESTRUTURA DE HIPERTEXTO	56
FIGURA 3 - CLASSIFICAÇÃO DE MÉTODOS E TÉCNICAS NO DESENHO DE SHAS (ADAPTADO DE BRUSILOVSKY, 1996).....	62
FIGURA 4- TECNOLOGIAS DE ADAPTAÇÃO EM HIPERMÉDIA ADAPTATIVA [IN: (BRUSILOVSKY, 2001A)]	71
FIGURA 5 - MODELO ILEM.....	80
FIGURA 6- METODOLOGIA INERENTE AO MODELO ILEM.....	81
FIGURA 7 - DESCRIÇÃO DO ALGORITMO PROPOSTO	86
FIGURA 8 – ARQUITECTURA DO SISTEMA AHA! (STASH E DE BRA, 2004).....	90
FIGURA 9 -MODELO DO DOMÍNIO REFERENTE AO TUTORIAL DO AHA! (DISPONÍVEL EM: HTTP://AHA.WIN.TUE.NL/).....	91
FIGURA 10 - DIAGRAMA DE CASOS DE USO CORRESPONDENTE AO SISTEMA AHA! SOB O PONTO DE VISTA DO ADMINISTRADOR.....	93
FIGURA 11 - DIAGRAMA DE CASOS DE USO CORRESPONDENTE AO SISTEMA AHA! SOB O PONTO DE VISTA DO AUTOR	95
FIGURA 12 - FUNCIONALIDADES DO AHA! (STASH,2005)	96
FIGURA 13- EXTRACTO DE UMA PÁGINA (X)HTML MOSTRANDO A CONSTRUÇÃO DE UM MARCADOR “<IF>” ...	98
FIGURA 14- EXTRACTO DE UMA PÁGINA (X)HTML MOSTRANDO A CONSTRUÇÃO DE UM MARCADOR “<A>” ...	98
FIGURA 15 - DIAGRAMA COM AS RESTANTES ACTIVIDADES REFERENTES AO PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DO MODELO CONCEPTUAL (CONT.).....	100
FIGURA 16 - DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CORRESPONDENTE AO PROCESSO DE IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO CONCEPTUAL	101
FIGURA 17 - DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CORRESPONDENTE AO PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DE UM CONCEITO	102
FIGURA 18- CAIXAS DE DIÁLOGO PARA CRIAÇÃO DE UM CONCEITO E ADIÇÃO DE ATRIBUTOS USANDO O GRAPH AUTHOR	104
FIGURA 19 - DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CORRESPONDENTE AO PROCESSO DE ESCOLHA DE UMA RELAÇÃO (CRT) PARA INTEGRAR NO MAPA CONCEPTUAL	105
FIGURA 20- CÓDIGO XML REFERENTE À CONFIGURAÇÃO DA REGRA "ACTS_UPDATE"	105
FIGURA 21- CÓDIGO XML REFERENTE AO COMPORTAMENTO DA REGRA "ACTS_UPDATE"	106
FIGURA 22- JANELA DO GRAPH AUTHOR RESPEITANTE AO DOMÍNIO CONCEPTUAL DA APLICAÇÃO (GERAL)	107
FIGURA 23 -JANELA DO GRAPH AUTHOR RESPEITANTE AO DOMÍNIO CONCEPTUAL DA APLICAÇÃO (SEM AS RELAÇÕES PREDEFINIDAS)	108
FIGURA 24 - DIAGRAMA REFERENTE AOS CASOS DE USO DO UTILIZADOR	110
FIGURA 25- JANELA DA APLICAÇÃO COM UM FORMULÁRIO DE REGISTO DO UTILIZADOR.....	111
FIGURA 26- LAYOUT DA APLICAÇÃO	112
FIGURA 27- ECRÃ DA APLICAÇÃO COM SUGESTÕES DE ACTIVIDADES PARA O ALUNO	113
FIGURA 28- RESULTADOS DOS ALUNOS AO QUESTIONÁRIO ON-LINE	119
FIGURA 29- RESULTADOS NO FIM DA PRIMEIRA SESSÃO.....	120
FIGURA 30- RESULTADOS DOS ALUNOS APÓS AS DUAS SESSÕES, POR COMPETÊNCIA	122

LISTA DE TABELAS

TABELA 1- RESUMO DAS DEFINIÇÕES PRODUZIDAS SOBRE INTELIGÊNCIA NO SIMPÓSIO DE 1921.....	30
TABELA 2- QUADRO CRONOLÓGICO RELATIVO A EVENTOS DO HIPERTEXTO	57
TABELA 3- VANTAGENS DA HIPERMÉDIA (FONTE: CONKLIN, 1987).	60
TABELA 4- CONJUNTO DE SISTEMAS HIPÉRMEDIA ATÉ 1996 (EM ITÁLICO, APARECEM OS SISTEMAS QUE PERTENCEM A MAIS DO QUE UMA CLASSE) [IN: (BRUSILOVSKY, 1996)].....	65
TABELA 5 - SHAS EDUCACIONAIS DEPOIS DE 1996 [IN: (BRUSILOVSKY, 2001A)]	67
TABELA 6 - SISTEMAS DE INFORMAÇÃO <i>ON-LINE</i> DEPOIS DE 1996 [IN: (BRUSILOVSKY, 2001A)]	68
TABELA 7 - SISTEMAS DE RECUPERAÇÃO/RECOLHA DE INFORMAÇÃO ENTRE 1996 E 2001 [IN: (BRUSILOVSKY, 2001A)]	69
TABELA 8- DESCRIÇÃO DOS MÉTODOS DE ADAPTABILIDADE PARA OS SHAs.....	72
TABELA 9 - DESCRIÇÃO DAS TÉCNICAS QUANTO À ADAPTABILIDADE DE CONTEÚDOS PARA OS SHAs	73
TABELA 10 - DESCRIÇÃO DAS TÉCNICAS QUANTO À ADAPTABILIDADE DE <i>LINKS</i> PARA OS SHAs	73
TABELA 11- FERRAMENTAS DE AUTOR CONSTRUÍDAS DURANTE A ÚLTIMA DÉCADA	76
TABELA 12- DESCRIÇÃO DOS ATRIBUTOS DO MODELO DO ALUNO IMPORTANTES PARA O ALGORITMO	109
TABELA 13- REGRAS USADAS NA APLICAÇÃO	109
TABELA 14- RESUMO DO PROGRAMA DA DISCIPLINA APROG	114
TABELA 15- PLANO DE TRABALHO DA PRIMEIRA SESSÃO.....	116
TABELA 16- PLANO DE TRABALHO DA SEGUNDA SESSÃO.....	117
TABELA 17- RESULTADOS DOS QUESTIONÁRIOS ON-LINE	118
TABELA 18- RESULTADOS NO FIM DA PRIMEIRA SESSÃO	120
TABELA 19- RESULTADOS NO FIM DA SEGUNDA SESSÃO	121
TABELA 20- RESULTADOS COMPARATIVOS, COM BASE NOS DESVIOS PADRÕES, ÀS TRÊS COMPETÊNCIAS, POR ALUNO, NO MOMENTO INICIAL E FINAL DA EXPERIÊNCIA	123

LISTA DE ABREVIATURAS

AHS – *Adaptive Hypermedia System*

AM - *Adaptation Model* (Modelo de Adaptação)

APROG - Algoritmia e Programação

CAI – *Computer Assisted Instruction*

CERN - European Organization for Nuclear Research

DEI - Departamento de Engenharia Informática

DM - *Domain Model* (Modelo do Domínio)

FEUP - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

HTML - *Hyper Text Markup Language*

IEEE - *Institute of Electrical and Electronics Engineers*

IPP - Instituto Politécnico do Porto

ISEP - Instituto Superior de Engenharia do Porto

LCMS - *Learning Content Management System*

LMS - *Learning Management System*

MA- Modelo de Adaptação

MD- Modelo do domínio

MU - Modelo do utilizador

QI - Quociente de inteligência

RLO - *Reusable Learnin Object*

SI - Sistema de Informação

SHA - Sistema Hipermedia Adaptativo

STI – Sistema Tutor Inteligente

TIC - Tecnologias de Informação e Comunicação

TTI – Teoria Triárquica da Inteligência

UM - *User Model* (Modelo do utilizador)

1 INTRODUÇÃO

Manuel Castells fala num dos capítulos da sua obra “Era da Informação: Economia, Sociedade e Cultura”¹ (Castells, 2002) dos acontecimentos mais marcantes da Revolução da Tecnologia de Informação e das suas consequências para a sociedade, onde demarca vários acontecimentos de importância fulcral e determinantes para o estado de desenvolvimento da sociedade actual. Dentro desses acontecimentos inclui as invenções na Electrónica, onde o marco mais importante talvez fosse a invenção do microprocessador em 1971, a criação da Internet cuja maior divulgação aconteceu nos anos 80², as tecnologias de rede e mais tarde a *World Wide Web* (Web) surgida nos anos 90.

Estes acontecimentos tiveram obrigatoriamente que se refletir em vários planos da sociedade. No plano tecnológico, vários conceitos ditos mais tradicionais uniram-se a novos conceitos, como por exemplo: analógico-digital, físico-virtual, fixo-móvel, massivo-individual. Como resultado, a vida quotidiana das pessoas mudou radicalmente originando novos estilos, tendências e formas de vida.

Os agentes educativos não se podem alienar das transformações sociais e tecnológicas que a sociedade global está a “sofrer” de uma forma acelerada. Estas transformações têm origem, em larga escala, na Internet, e em particular na Web, cujas potencialidades estão muito estudadas, em especial no campo da Educação (Neto, 2006; Collis, 2006; Cardoso, 2003; Bettencourt, 1997; Paiva, 1997). Compete à Escola integrar as novas tecnologias e adequar os métodos de ensino-aprendizagem às novas realidades.

A estratégia de complementaridade do ensino tradicional com as novas tecnologias, o software educativo e práticas pedagógicas adequadas às novas exigências sociais e educativas, permitirá alargar o espectro de métodos de ensino utilizados numa sala de aula (Collis, 2006), o que ajudará certamente os alunos a estarem mais atentos e motivados. A conjugação de todos estes factores tem como objectivo responder a uma necessidade crescente de preparar os alunos para os desafios emergentes de uma sociedade que está em constante mudança.

¹ Do livro “A Sociedade em Rede”. Faz também parte desta obra “O Poder da Identidade” e o “Fim do Milénio”.

² As origens da Internet encontram-se no trabalho desenvolvido pela Agência de Projectos de Pesquisa Avançada do Departamento de Defesa norte-americano (ARPA) na década de 60.

Não é suficiente pensar-se só no plano tecnológico para melhorar o sistema educativo. É necessário também encontrar respostas a outros desafios, conforme se pode constatar nas afirmações que se seguem.

“O uso das inovações tecnológicas pressupõe um alto nível de racionalização, principalmente no que respeita ao ensino, onde não se pode continuar a usar velhos modelos pedagógicos sob a capa da inovação tecnológica.” (Neto, 2006, p. 12)

Continuando:

“...Não existe reestruturação mais fundamental que a do sistema educativo. E muitos poucos países e instituições se estão a aplicar realmente nisto, porque antes de começar a mudar a tecnologia, a reconstruir as escolas e a reciclar os professores, necessitamos de uma nova pedagogia, baseada na interactividade, na personalização e no desenvolvimento da capacidade de aprender e pensar de forma autónoma. Simultaneamente, devemos fortalecer o carácter e assegurar a personalidade. E esta nova perspectiva educativa constitui um terreno virgem.” (Castells, 2004, p. 320)

No sentido de melhorar o processo de aprendizagem, começam a surgir algumas experiências no sentido de proporcionar ambientes de ensino menos convencionais. Em (Yazon et al., 2002) foi apresentado um interessante estudo sobre o impacto de um modelo de ensino com recurso às novas tecnologias, modelo que combinava actividades on-line com actividades presenciais, para alunos do ensino superior. Esse estudo mostrou resultados positivos ao nível dos resultados da aprendizagem dos alunos, o que levou os autores a concluir que na realidade o meio pode alterar a mensagem.

No sentido da defesa de uma aprendizagem activa e interactiva, mas também que desenvolva outras inteligências, esta dissertação pretende, deste modo, contribuir para esse objectivo. Nesse sentido, foi criado o modelo ILEM (*Intelligent Learning Environment Model*) de ensino-aprendizagem num contexto semi-presencial cujo cenário é a sala de aula. Trata-se de um modelo que pretende ajudar os alunos na construção de conhecimentos através de actividades on-line complementadas com actividades em grupo. Neste modelo, e no seguimento das novas pedagogias da aprendizagem (ver por exemplo: Altet, 1999), o docente tem um papel de guia, no entanto, terá que fazer um grande esforço quer ao nível do planeamento das actividades lectivas, quer ao nível do acompanhamento dos alunos, no sentido de diagnosticar possíveis problemas de aprendizagem. De realçar que neste modelo, o professor não passa do “palco” para a “plateia” permanecendo nesta

última pacificamente. O processo tem de ser rotativo. Por vezes, o professor poderá tomar uma atitude mais passiva e outras vezes mais activa, tudo depende do planeamento elaborado para as aulas e, ao mesmo tempo, da forma como se desenrolam os acontecimentos na sala de aula.

1.1 Enquadramento

O trabalho desta dissertação enquadra-se na área recente dos *Sistemas Hipermedia Adaptativos* (SHAs) (*Adaptive Hypermedia Systems* (AHSs)) e expande-se também para os domínios das teorias da Inteligência e da Aprendizagem.

Resumidamente, um SHA é o cruzamento entre a área de sistemas baseados em hipertexto e hipermedia, e modelação do utilizador (Brusilovsky, 2000). Estes sistemas guardam as características dos utilizadores num modelo próprio e usam esse modelo para fazer a adaptação de conteúdos e/ou adaptação da navegação. Dependendo do domínio e dos objectivos a atingir, as características dos utilizadores relevantes para realizar a adaptação podem variar muito, no entanto, as mais recorrentes são: o conhecimento, as preferências, os objectivos e os interesses individuais.

No meio educacional, os SHAs podem criar condições, dentro e fora das salas de aula, para os alunos fazerem uma aprendizagem das matérias curriculares de um modo interactivo, com conteúdos adaptativos e navegação personalizada. Neste domínio, a *interactividade* e a *personalização* ganham especial destaque e vão ao encontro dos propósitos dos SHAs.

No que respeita às teorias da Inteligência e da Aprendizagem, o modelo de ensino proposto assenta na teoria Triárquica da Inteligência (de Sucesso) criada por Robert Sternberg (Sternberg, 1985). Esta teoria foi apresentada nos anos 80 do século passado e desde logo demarcou-se, tal como outras teorias do fim do mesmo século, dos conceitos sobre inteligência vigentes até essa altura. A teoria assenta em princípios cognitivistas, construtivistas e interaccionistas³ e tem como objectivo específico desenvolver as capacidades de pensamento dos alunos, ao nível analítico, criativo e prático. É de notar que não se trata de dar os mesmos conteúdos para o nível analítico, prático ou criativo, mas pelo contrário, adequar o material de ensino-aprendizagem para ajudar os alunos a

³ O modelo interaccionista visa interpretar a interacção educador-educando e a sua relação com o meio. (Oliveira, 2007)

compensar os seus pontos fracos existentes em qualquer dos níveis. Para o criador desta teoria, é indispensável que os alunos exercitem estes três meios de pensamento para que no imediato e no futuro consigam ultrapassar inevitáveis obstáculos inerentes à sociedade em que hoje vivemos. A mobilidade de trabalhadores é um exemplo prático de como as pessoas têm de estar preparadas para situações diversas, muitas vezes difíceis de ultrapassar, mas para as quais uma auto-gestão inteligente das suas capacidades pode ajudar a resolver problemas inesperados.

“A mobilidade dos trabalhadores é entendida quer como mobilidade de emprego, frequência com que os trabalhadores mudam de trabalho, quer como mobilidade geográfica, circulação dos trabalhadores de uma região para outra, no mesmo país ou circulação entre países.” (ver em: <http://www.eicpme.iapmei.pt/>)

Concluindo, o estudo de um modelo geral de ensino-aprendizagem abrangendo várias inteligências e consequente construção de uma aplicação hipermédia adaptativa constituem o problema principal deste trabalho. Nesse sentido, é proposto um modelo sustentado na teoria Triárquica da Inteligência (de Sucesso) criada por Robert Sternberg. O modelo proposto é do tipo *semi-presencial* composto por actividades on-line e presenciais. As primeiras recorrem a um SHA onde o aluno faz uma aprendizagem mais autónoma dos materiais a estudar, enquanto que nas segundas, são realizados essencialmente trabalhos em grupo. No sentido de avaliar as competências do aluno às três componentes – analítica, prática e criativa -, a aplicação propõe ao aluno a realização de testes de múltipla escolha personalizados. Nos trabalhos em grupo, as actividades propostas também devem variar entre o tipo analítico, prático e criativo.

O modelo semi-presencial faz parte dos novos modelos de ensino, designadamente o modelo *e-learning* puro e o modelo *híbrido*. Estes novos aliados do modelo de ensino tradicional contribuem para um enriquecimento dos processos de aprendizagem e são uma prova, por um lado, da procura de satisfação das necessidades de todos aqueles que querem continuar ou recomeçar os seus estudos, e por outro lado, do reconhecimento que é preciso inovar continuamente para dar resposta aos desafios da sociedade actual.

1.2 Motivação

A motivação para a realização desta dissertação adveio sobretudo de uma intenção pessoal de enriquecer as aulas práticas da disciplina de Algoritmia e Programação (APROG) de

modo a ajudar os alunos a estarem mais empenhados no processo de aprendizagem, isto é, uma tentativa de os envolver mais nas actividades das aulas de forma a passarem da “plateia” para o “palco” e vice-versa, tal como se deverá posicionar o professor. Transferir informação nem sempre faz conhecimento, é preciso muito mais.

Nas aulas da disciplina de APROG do curso de Electrotecnia e de Computadores, da qual sou responsável, apercebo-me que os alunos regularmente pretendem memorizar conceitos, algoritmos e mesmo programas. A memorização também é precisa mas outras competências, tais como analisar, comparar, criticar, criar, imaginar, também devem ser treinadas. No meu entender, esse processo deve ser realizado na escola conforme se ensina conteúdos.

Nesse sentido, a concepção de um modelo de ensino-aprendizagem diferente do modelo tradicional tornou-se um estímulo para a realização desta dissertação. A integração neste modelo de um SHA, para além das razões anteriormente descritas, também se deve a algumas incursões da autora na área dos Sistemas Tutores Inteligentes (STIs) realizadas anteriormente. O conhecimento obtido na área dos STIs permitiu uma “entrada” mais célere neste domínio (Mota et al., 2004).

1.3 Objectivos

A questão central desta dissertação é descrita da seguinte forma: “Como definir um método de adaptabilidade orientado ao aluno de modo a contribuir para a melhoria dos seus resultados de aprendizagem”.

O objectivo principal do trabalho é assim conceber um modelo de ensino-aprendizagem fundamentado em princípios de teorias da inteligência que sustentem o mesmo, e posteriormente realizar a sua validação.

Os objectivos específicos deste trabalho são:

- Estudo das actuais arquitecturas de SHAs;
- Concepção de um modelo de adaptabilidade de conteúdos/navegação;
- Concepção de um modelo de aluno ajustado ao modelo de adaptabilidade proposto;
- Implementação dos modelos propostos;

- Validação da aplicação hipermédia adaptativa desenvolvida.

1.4 Metodologia de investigação

Este trabalho pretende avaliar um processo de inovação na disciplina de APROG, disciplina transversal a todos os cursos do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), inovação essa que decorre da adopção de uma nova metodologia de ensino e de novas tecnologias para o suporte dos métodos tradicionais de ensino-aprendizagem. Nesse sentido, justifica-se neste trabalho a aplicação de uma metodologia de investigação com uma abordagem qualitativa através de um estudo de caso observatório.

O estudo de caso é uma metodologia de investigação com elevado potencial para o estudo de diversas situações. A principal característica deste tipo de metodologia é a existência de um plano de investigação que se concentra num estudo pormenorizado, no seu contexto natural, de uma entidade bem definida. Esta entidade pode ser, por exemplo, uma pessoa, um assunto, um evento ou um programa computacional. O objectivo é a obtenção/geração de conhecimento do fenómeno mais alargado da investigação intensiva de um exemplo específico ou caso (Yin, 1994).

Segundo Yin (1994), um estudo de caso envolve cinco componentes: definição da questão de estudo, definição das proposições (se existirem), definição das unidades de análise, ligação dos dados às proposições e definição do critério para interpretar os resultados. Cada uma destas componentes é em seguida apresentada.

A formulação da questão deve identificar o objectivo e explicitar o objecto do trabalho de investigação. Da clareza e da precisão da sua formulação dependem as restantes componentes do processo de investigação.

Nesse sentido, e conforme referido, a questão central que orienta o trabalho é a seguinte:

Como definir um método de adaptabilidade orientado ao aluno de modo a contribuir para a melhoria dos seus resultados de aprendizagem?

O objectivo de apresentar proposições é permitir que a investigação seja orientada na direcção previamente apontada pelo investigador.

Para este trabalho a seguinte proposição é suficientemente específica para analisar a questão proposta:

As aplicações hipermédia adaptativas sustentadas num método de adaptabilidade baseado na Teoria Triárquica da Inteligência contribuem para um equilíbrio maximizado das competências do aluno num contexto semi-presencial.

A unidade de análise considerada para o estudo é o modelo de adaptabilidade que se pretende desenvolver no âmbito da disciplina de APROG.

Realizada a recolha de dados, é necessário analisar a ligação lógica dos mesmos com as proposições definidas no estudo. Esta ligação lógica dos dados com as proposições e a definição dos critérios para a interpretação das conclusões dão a conhecer ao investigador como deve prosseguir na sua investigação.

Desta forma, definiu-se um plano para a recolha de dados com base em estudos em duas áreas do conhecimento. A primeira enquadra-se no âmbito das teorias da inteligência e a segunda, direccionada para questões tecnológicas, mais concretamente, no âmbito dos sistemas hipermédia adaptativos. O plano foi dividido em três fases:

- Durante a primeira fase foi realizado um estudo sobre as teorias da inteligência no intuito de se recolher pressupostos teóricos de sustentação do modelo de adaptabilidade;
- Na fase seguinte, efectuaram-se pesquisas na área dos sistemas hipermédia adaptativos com o objectivo de ser seleccionado um sistema com as características essenciais à implementação do modelo;
- Na terceira e última fase, fez-se a caracterização da disciplina de APROG e das suas especificidades.

Dos resultados obtidos nestas três fases, verificou-se que os requisitos estavam satisfeitos para darmos seguimento a este trabalho. Conforme será apresentado no capítulo 4, esta investigação teve como resultado a proposta de um modelo de ensino-aprendizagem, *Modelo de Ambiente de Aprendizagem Inteligente*, ILEM (*Intelligent Learning Environment Model*), num contexto semi-presencial.

No capítulo 5 são apresentados os detalhes da implementação e da avaliação efectuada ao modelo proposto mais precisamente, à aplicação hipermédia adaptativa e ao algoritmo de adaptação ao aluno construído para a aplicação.

1.5 Organização da Dissertação

A organização deste documento parte deste capítulo introdutório para uma contextualização mais abrangente deste trabalho, dividida como se descreve a seguir.

No capítulo 2, procura-se fazer uma breve incursão aos conceitos ligados à Inteligência com especial ênfase, à Teoria Triárquica da Inteligência e à Inteligência de Sucesso de Robert Sternberg. Este assunto serve de base ao modelo de ensino-aprendizagem proposto.

No capítulo 3, apresenta-se a evolução dos SHAs e descreve-se com maior detalhe o sistema *AHA!* dado que constitui a ferramenta usada para a implementação da aplicação hipermédia adaptativa.

O capítulo 4 é dedicado à descrição dos aspectos teóricos do modelo de ensino-aprendizagem proposto.

No capítulo 5, é apresentado o conjunto de passos referente à concepção e desenvolvimento da aplicação hipermédia adaptativa. Este capítulo termina com a descrição da avaliação do modelo de ensino-aprendizagem realizada com alunos da Licenciatura de Engenharia Química do Departamento de Química do ISEP no âmbito da disciplina de APROG.

O capítulo 6 apresenta um resumo de todo o trabalho realizado e algumas conclusões, apontando-se pistas para trabalhos futuros.

Em complemento aos capítulos que constituem esta dissertação, existem os seguintes anexos:

- Anexo A: Questionário para avaliação das componentes triárquicas usado na aplicação;
- Anexo B: Código XML das regras usadas pela aplicação para realizar a adaptação;

- Anexo C: Código JAVA referente ao programa de manutenção das componentes: analítica, prática e criativa;
- Anexo D: Alguns exemplos de actividades de aprendizagem.

2 Sobre a Teoria Triárquica da Inteligência (de Sucesso) humana

Neste capítulo é apresentada uma síntese das teorias e abordagens científicas mais significativas da *Inteligência Humana* (a partir de agora, inteligência) surgidas no séc. XX com o intuito de se compreender as razões subjacentes à proposta relativamente ao método de adaptabilidade. Este método tem como base as concepções da *Teoria Triárquica da Inteligência Humana*. Por conseguinte, é feito um resumo histórico sobre os desenvolvimentos de um conjunto alargado de teorias e de seguida, em secção própria, é descrita, de uma forma mais detalhada, a teoria seleccionada.

2.1 Introdução

Não existe uma definição unânime por parte da comunidade científica sobre o que é a inteligência. Ao longo dos séculos têm surgido múltiplas definições, as quais evidenciam grandes e pequenas diferenças como também mostram traços em comum, não sendo o tempo e o espaço factores preponderantes para tanta diversificação. Trata-se de um conceito complexo e de extrema relevância quer no domínio científico, quer no desempenho académico e profissional. Sendo assim, o que é a inteligência?

“Na linguagem comum, a palavra inteligência refere uma qualidade dos indivíduos. Na linguagem científica, refere uma qualidade do comportamento.” (Miranda, 2002, p. 2)

Desde a antiga Grécia até à actualidade, o tema da Inteligência tem despoletado muito interesse no âmbito científico, mas só no início do século XX, nos primórdios da cientificação da psicologia, a comunidade científica começou a fazer uma investigação mais determinada no sentido de definir “inteligência”.

Os investigadores desta área discordam maioritariamente ao nível da concepção da inteligência, considerando uns que é uma capacidade independente e outros percepcionando-a como um conjunto de capacidades distintas. Por outro lado, existe um consenso no que respeita à influência do meio ambiente.

Estes pensamentos, entre outros, foram apresentados e discutidos em dois grandes simpósios que se realizaram no século passado. O primeiro ocorreu no ano de 1921 e

intitulava-se “*Intelligence and its Measurement*” onde se juntaram 14 peritos, e o segundo (Sternberg e Detterman, 1986), em 1986, onde estiveram 24 peritos.

A tabela 1 apresenta um resumo das definições sobre Inteligência, produzido no primeiro simpósio, representativo do que se pensava sobre este conceito (Sternberg, 2000).

Tabela 1- Resumo das definições produzidas sobre Inteligência no simpósio de 1921

Definição	Autor
<i>“The power of good responses from the point of view of truth or facts”</i>	E. L. Thorndike
<i>“The ability to carry on abstract thinking”</i>	L. M. Terman
<i>“Ability to learn or having learned to adjust oneself to the environment”</i>	S. S. Colvin
<i>“A biological mechanism by which the effects of a complexity of stimuli are brought together and given a somewhat unified effect in behaviour”</i>	J. Peterson
<i>“The capacity to inhibit an instinctive adjustment, the capacity to redefine the inhibited instinctive adjustment in the light of imaginably experienced trial and error, and the capacity to realize the modified instinctive adjustment in overt behaviour to the advantage of the individual as a social animal”</i>	L. L. Thurstone
<i>“Ability to adapt oneself adequately to relatively new situations in life”</i>	R. Pintner
<i>“The capacity to learn or to profit by experience”</i>	W. F. Dearborn

Apesar da diferença de sessenta e cinco anos, entre os dois simpósios, existem várias similitudes entre ambos, como por exemplo, questões como a *adaptação ao meio ambiente*, *processos mentais básicos* e *de ordem superior* (ex.: raciocínio, resolução de problemas, tomada de decisões).

Entretanto, algumas das diferenças ou adições a salientar do segundo em relação ao primeiro simpósio, são:

- A componente relativa à metacognição: A metacognição diz respeito ao conhecimento sobre o conhecimento e ao próprio controlo da cognição;
- A interacção entre o conhecimento e os processos mentais: A cognição refere-se ao que é conhecido e controlado pela metacognição (Branco, 2004).

De realçar, a importância atribuída ao *contexto*, nomeadamente à *cultura*, em algumas das definições da inteligência produzidas no princípio do século. No lado oposto, estão as definições que destacam o papel das funções que emergem dentro do organismo.

No entanto, o assunto que dominou e que continua a dominar é, conforme referido anteriormente, relativo à concepção da inteligência como uma entidade única ou como um conjunto de capacidades. Esta questão é um dos exemplos da falta de convergência na comunidade científica no domínio da inteligência. A diversidade de áreas que intercepta e abrange este domínio pode ser uma das principais razões para abordagens e explicações tão diferentes. As áreas variam desde a biologia passando pela neurociência até à motivação.

2.2 Teorias mais relevantes sobre Inteligência

As teorias da inteligência podem ser divididas em dois grandes grupos: o das *teorias implícitas* e o das *teorias explícitas* (Faria, 2002). As primeiras referem-se a concepções geradoras de apreciações e juízos globais sobre as pessoas, produzidas por qualquer indivíduo. Desta forma, uma pessoa é mais ou menos inteligente em comparação à inteligência de outra, quase sempre avaliada pelo desempenho intelectual ou social. As segundas são formuladas e comprovadas por especialistas, na sua maioria psicólogos (Miranda, 2002).

É de salientar o papel importante das teorias implícitas no fornecimento de orientações de investigação e na apresentação de fenómenos para o desenvolvimento de estudos mais aprofundados. Algumas dessas teorias podem mesmo evoluir para teorias explícitas.

Nesta dissertação, é o grupo das teorias explícitas que merece uma apresentação mais detalhada uma vez que fornece o *background* para esta dissertação.

Para a construção desta apresentação foi necessário seguir uma taxonomia dada a diversidade de teorias da inteligência. Na literatura da área, a trilogia clássica de teorias da inteligência (*factorial*, *desenvolvimental* e *cognitivista*) é considerada actualmente uma classificação simplista (Oliveira, 2007). Nesse sentido, a divisão das teorias foi categorizada segundo seis abordagens ou correntes: *psicométrica convencional*, *desenvolvimentista-construtivista*, *cognitivista*, *cognitivo-contextual*, da *ciência cognitiva* e finalmente, *biológica*.

2.2.1 Corrente Psicométrica (factorial, diferencial)

As teorias psicométricas assentam num modelo que descreve a inteligência como um conjunto de habilidades medidas por testes mentais.

Um dos primeiros autores a estudar e a tentar medir cientificamente a inteligência foi *Alfred Binet*. Nascido no ano de 1857 em França, Binet teve um importante papel no conhecimento científico a respeito da natureza da inteligência e dos processos do seu funcionamento. Binet define inteligência do seguinte modo:

“... as faculdades mentais são o que chamamos comumente a atenção, a memória, o juízo, o raciocínio, a abstracção, etc.; é a inteligência”. “... bem julgar, bem compreender, bem raciocinar – são estas as competências da inteligência”. (citado em (Oliveira, 2007, p. 49-50))

Binet também mostrou que era possível garantir o controlo experimental dos resultados obtidos em experiências de avaliação da inteligência com base na definição de critérios rigorosos e científicos. Foi o autor de uma medida de predição do sucesso escolar de crianças, tendo sido também o responsável pela criação dos primeiros testes de inteligência contemporâneos que estão na base dos actuais *testes de QI*⁴. Estes testes começaram a ser utilizados em 1904 e poucos anos mais tarde surgiram outros testes desenvolvidos com base nos testes de Binet. Os mais conhecidos foram: a *Escala de Inteligência de Stanford-Binet* desenvolvida por *Lewis Terman* da Universidade de Stanford, por volta de 1906, e a *Escala de Inteligência de Wechsler Bellevue*, por volta de 1939.

Apesar do trabalho de Binet estar normalmente associado aos testes de inteligência e à criação de uma escala métrica para a avaliação do desenvolvimento da inteligência, é justo

⁴ Os primeiros testes de inteligência surgiram na China e remontam ao século V d.C.

referir que ele também associava à inteligência a *capacidade de adaptação ao meio*. Binet defendia que a inteligência era um grupo de *capacidades em desenvolvimento, treináveis e dinâmicas* (Branco, 2004), directrizes estas, defendidas e adoptadas pelos neocognitivistas. Prova disso mesmo, era a inclusão, nos seus testes, de questões do quotidiano, para além de questões relacionadas com a inteligência académica (Branco, 2004).

Binet foi também o precursor dos *estilos cognitivos*. A sua obra *L'Étude Expérimentale de l'Intelligence*, publicada em 1903, constitui um marco histórico que influenciou decisivamente as investigações neste campo da Psicologia. (Branco, 2004).

Charles Spearman defendeu que existe um *factor geral*, ou *g*, sendo *g* uma inteligência geral, e ainda um conjunto de capacidades específicas nele incluídas, *factor s* (Bárrios, p. 297). As capacidades de raciocinar, de resolver problemas ou de ter um bom desempenho em todas as áreas da cognição, estão relacionadas com a habilidade cognitiva geral. Por exemplo, quando uma pessoa resolve um teste que necessita de raciocínio matemático, o seu desempenho está dependente do factor geral, o qual é comum em todos os testes, e de um factor específico que está relacionado com a especificidade da aptidão que se quer medir, neste caso, o raciocínio matemático.

Spearman utilizou nos seus estudos a análise factorial e recorreu à análise de correlações⁵. Mediu objectivamente o factor *g*, que segundo o autor, actuava como uma força impulsionadora de aptidões, designadamente, a aptidão verbal, a aptidão matemática e mesmo, a aptidão musical.

O trabalho de Spearman foi muito aplicado na construção de testes padronizados utilizados nas forças armadas, escolas e na selecção de indivíduos para o mercado de trabalho. Spearman estava convencido que o factor *g* era hereditário (Branco, 2004).

Uma década mais tarde, o psicólogo *L. L. Thurstone* ampliou o número de factores ou habilidades mentais primárias para sete: *compreensão verbal* (envolvida no conhecimento do vocabulário e na leitura), *raciocínio indutivo* (envolvida, por exemplo, em tarefas para completar uma série numérica ou em prever o futuro com base em experiências passadas), *memória* (envolvida em tarefas de recordar, por exemplo, nomes e caras), *visualização*

⁵ O método de correlações foi concebido por Sir Francis Galton (1822-1911). Karl Pearson (1857-1936), aluno de Galton, concebeu o coeficiente de correlação, técnica amplamente utilizada na comparação significativa de resultados.

espacial (envolvida na visualização e manipulação de objectos), *capacidade numérica* (envolvida na resolução de cálculos numéricos relativamente simples e na resolução de problemas aritméticos), *fluência verbal* (envolvida na escrita) e *velocidade perceptiva* (por exemplo, percebida na leitura rápida para descobrir erros tipográficos num texto).

Por volta de 1960, *Joy Paul Guilford* desenvolveu o modelo “*estrutura do intelecto*” não-hierárquico. Guilford começou com uma análise descritiva dos testes usada para medir a inteligência (Brody, 2000) e como resultado, criou uma taxonomia que lhe permitia classificar qualquer teste segundo três dimensões: *Operações mentais*, ou *processos de pensamento* (categorias associadas: cognição, pensamento convergente, pensamento divergente, avaliação, registo de memória imediata e retenção de memória distante), *conteúdos*, ou *objectos do pensamento* (categorias associadas: visuais, auditivas, de significados verbais, simbólicos e de comportamentos), e *produtos*, ou *resultados do pensamento* (categorias associadas: unidades, classes, relações, sistemas, transformações e implicações). Inicialmente, o modelo abrangia 120 factores ou habilidades independentes responsáveis por influenciar a inteligência. Mais tarde, o modelo expandiu para 150 factores. Guilford conclui também da inexistência de qualquer factor *g* da inteligência (Branco, 2004).

Com base nos estudos de Spearman e de Thurstone, *Philip E. Vernon* e *Raymond Cattell* idealizaram uma hierarquização de habilidades colocando a *habilidade geral*, ou *g*, no topo, seguindo-se nos níveis inferiores, as habilidades intelectuais e terminando com as habilidades específicas, identificadas por Spearman, no último nível. Cattell teorizou em “*Abilities: Their structure, growth and Action*” (1971) sobre a divisão da habilidade geral em dois factores *g*, designados “*inteligência fluída*” e “*inteligência cristalizada*”. Este modelo integrador e hierárquico deu origem à sua teoria denominada “*Teoria Gf-Gc*” (inteligência fluída-inteligência cristalizada). A primeira está relacionada com o raciocínio e habilidades na resolução de problemas medidas por testes, tais como analogias, ordenações e completação de séries, enquanto que a segunda refere-se à acumulação real de conhecimentos ao longo da vida. Esta teoria foi mais tarde aprimorada por um dos seus estudantes chamado Horn (1991).

Mais recentemente, *John Carroll* (1993) elaborou um estudo onde apresenta um levantamento das pesquisas dos últimos 60 anos, tendo para isso seleccionado 1500 artigos

dos quais obteve 461 conjuntos de dados. Neste conjunto estavam incluídos quase todos os mais importantes e clássicos estudos da estrutura da inteligência feitos pela abordagem psicométrica (Primi, 2003). Com base nessa informação, Carroll fez uma reanálise utilizando métodos de análise factorial mais avançados. O resultado desta análise foi publicado no seu livro *Human Cognitive Abilities: a survey of factor analytic studies* (Carroll, 1993), onde pela primeira vez foi apresentada a sua teoria, denominada, “*Teoria dos Três Estratos*”. Na primeira camada, Carroll identificou cerca de 50 habilidades específicas onde incluiu as sete habilidades primárias identificadas por Thurstone. A segunda camada é formada por habilidades amplas ou gerais. A terceira camada contempla o factor geral de inteligência, tal como identificado por Spearman. (Schelini, 2006), (Primi e Santos, 2001).

Concluindo, a abordagem psicométrica dá especial importância às respostas dos sujeitos obtidas através de testes. As teorias centram-se no produto e não nas operações ou no processo que está subjacente aos resultados cognitivos (Oliveira, 2007). Estes modelos ou abordagens espelham largo estaticismo na tentativa de definir a inteligência, dando deste modo origem a novas abordagens que buscam modelos mais explicativos e dinâmicos. Conforme se constará através das teorias apresentadas na secção seguinte, os cognitivistas, nos quais se incluem os desenvolvimentistas e os cognitivistas-contextuais, preocupam-se mais em entender os processos que decorrem no interior da mente do que em registar a veracidade dos resultados.

2.2.2 Corrente Desenvolvimentista-Construtivista

A inteligência e a aprendizagem são conceitos que se interligam fortemente e, por essa razão, esta corrente trata os aspectos relacionados com a inteligência muito à luz da forma como se aprende. As experiências com origem nos meios educacionais são fontes de ensinamentos e inspiração para a criação de teorias sobre o que é ser inteligente. Nesse sentido, esta secção apresenta algumas das principais teorias e abordagens relativas à inteligência numa vertente cognitivista, mais especificamente, desenvolvimentista e construtivista.

A corrente desenvolvimentista está largamente associada à teoria do desenvolvimento intelectual construída por Jean Piaget. Piaget vai buscar inspiração a Herbert Spenser, (defensor da teoria Evolucionista) e a Emmanuel Kant (conceito referencial do filósofo:

“interpretações da razão”). Considerado também cognitivista-construtivista, Piaget preocupou-se em estudar: a gênese e desenvolvimento da inteligência, e as suas estruturas e esquemas internos. Durante algum tempo trabalhou no laboratório de Théodore Simon (colaborador de Binet na elaboração da escala de inteligência) o que lhe permitiu observar os comportamentos das crianças quando resolviam as questões da escala.

Segundo Piaget, o desenvolvimento intelectual deriva de dois processos cognitivos: *assimilações* e *acomodações*, os quais trabalham de forma recíproca. O primeiro incorpora informação nova em estruturas cognitivas já existentes, enquanto que o segundo forma estruturas cognitivas novas nas quais informação nova pode ser adicionada. Por conseguinte, o desenvolvimento tende para um equilíbrio e cada construção integra e reorganiza, num plano superior, as que a antecedem.

Associada também à sua teoria, está o conceito de *estádios operatórios* das crianças. Segundo o autor, todas as crianças passam pelos mesmos estádios de desenvolvimento e na mesma ordem. Esses estádios são: *sensório-motor*, *pré-operatório*, *operatório concreto* e *operatório abstracto* (consultar, por exemplo (Branco, 2004), para uma descrição de cada estádio). Nesta visão é de realçar o carácter pouco dinâmico das aprendizagens.

Considerado também cognitivista-construtivista, *Jerome Bruner* conheceu de perto Jean Piaget e mostrou através da sua teoria construtivista que não concordava com muitas das concepções desenvolvidas pelo seu colega. Uma das diferenças relaciona-se com a importância concedida ao meio. Para Bruner, o crescimento mental tem grande influência do meio. A interacção entre o sujeito e o meio funciona como um mecanismo de “*construção*” da inteligência. O sujeito vai “*descobrimo*” progressivamente os diversos conceitos, realizando este trajecto de uma forma progressiva (Oliveira, 2007).

Um outro aspecto que diferencia a teoria de Bruner da teoria de Piaget é o papel que o primeiro concede à *linguagem* no processo de desenvolvimento e de formação. Bruner defende que a linguagem é um instrumento para o sujeito cognitivo ordenar o meio ambiente não ficando só pela funcionalidade de comunicação, ou seja, a linguagem tem um papel amplificador das competências cognitivas da criança, ajudando-a a uma maior interacção com o meio cultural.

Uma outra concepção que diferencia Bruner de Piaget, é a questão dos estádios operatórios. Segundo Bruner, qualquer tema pode ser eficazmente ensinado a qualquer criança, em qualquer fase do seu desenvolvimento, desde que se usem métodos ou estratégias correctas (Oliveira, 2007) não tendo por conseguinte, de esperar para que uma idade específica se verifique.

Os conceitos que permanecem associados ao trabalho de Bruner, e ainda hoje de muito interesse prático, são: a *aprendizagem por descoberta*, *indução*, *construção de significados*, *estrutura cognitiva* (esquemas), *cultura e linguagem*.

Também numa perspectiva desenvolvimentista da inteligência, e em complementaridade com a teoria de Bruner, *David Ausubel*, psicólogo cognitivista e construtivista, defendeu que a *aprendizagem* deve fazer-se *por recepção* e de uma forma *dedutiva*, ou seja, partindo-se dos conceitos gerais para se chegar aos mais específicos. Segundo Ausubel, o armazenamento de informação no cérebro dá-se de forma hierarquizada, onde o conceito mais amplo ou geral, situado no vértice, abriga todos os conceitos que lhe são subordinados ou incluídos (Oliveira, 2007). Os *mapas conceptuais* têm origem nos conceitos de Ausubel.

Conceitos relevantes associados a Ausubel são: *aprendizagem por recepção*, *dedução* e *organizador prévio*.

Para finalizar esta corrente, são apresentadas as linhas gerais do trabalho de um destacado construtivista, Lev Vygotsky.

Vygotsky defendeu que o desenvolvimento intelectual não pode ser separado dos factores socioculturais e linguísticos. Durante o pouco tempo que viveu, pôde constatar que a cultura e as condições de vida onde o sujeito está inserido são condicionadores do desenvolvimento intelectual. Segundo Vygotsky, a linguagem específica de um meio sociocultural transforma radicalmente os rumos do desenvolvimento cognitivo. Por essa razão, Vygotsky sublinha a importância dada à dimensão social e interpessoal, na construção do sujeito psicológico. Muitos dos conceitos deste autor foram aprofundados e desenvolvidos por outros psicólogos, entre os quais, Bruner.

Conceitos relevantes associados a Vygotsky são: *factores sócio-culturais*; *ZDP (zona de desenvolvimento proximal)*; *aprendizagem assistida*.

Apesar destes autores não terem produzido teorias da inteligência, os seus contributos ajudaram em muito na compreensão e esclarecimento de várias questões relacionadas com a inteligência. Conforme se pode constatar, vários investigadores, nomeadamente, os neocognitivistas, construíram as suas teorias da inteligência com base nos trabalhos realizados por investigadores com registo nesta corrente.

As teorias e abordagens dos autores desenvolvimentistas-construtivistas, nomeadamente o construtivismo piagetiano e o sociocognitivismo vigotskiano, continuam a ter um papel de relevo para os sistemas educativos (Oliveira, 2007). Outras teorias, mais próximas do domínio da inteligência, têm vindo a tomar algum espaço nas discussões sobre a aprendizagem e por esse facto, com grandes possibilidades de serem aplicadas no ensino, conforme é mostrado a seguir.

2.2.3 Corrente Cognitivista

Os estudos psicométricos da inteligência concentravam o seu trabalho na construção de descrições sobre as estruturas da inteligência (factores, habilidades, aptidões) e na sua organização. Recorriam a uma bateria de testes cobrindo uma diversidade de capacidades intelectuais, empregavam a análise factorial para descobrir os agrupamentos de testes e por fim, analisavam estes grupos para compreenderem quais eram as capacidades comuns envolvidas na resolução dos testes (Primi, 2003).

Por seu lado, a abordagem desenvolvimentista (Piaget, Vygotsky, entre outros) preocupou-se em definir as estruturas da inteligência e a sua dinâmica ao longo do desenvolvimento com o objectivo de descrever o processamento cognitivo e relacioná-lo com os diferentes estádios de desenvolvimento (Primi e Santos, 2001).

A corrente cognitivista propriamente dita, tem origem pelos anos 1960/70 e tem como objectivo definir a inteligência em termos dos processos subjacentes à cognição ou das *componentes cognitivas* na aquisição e *transformação da informação* (Oliveira, 2007). Assenta também em concepções factoriais ou diferenciais mas o objectivo não é investigar as diferenças individuais simplesmente pelas respostas a testes. Exemplificando, numa analogia do tipo: “*palavraX* está para *palavraY* assim como *palavraZ* está para... _____”, uma resposta errada pode não estar directamente relacionada com a baixa capacidade de raciocínio, mas pelo contrário, com o desconhecimento exacto do significado de uma

determinada palavra. Por conseguinte, uma análise puramente psicométrica pode levar a conclusões erradas sobre as capacidades individuais.

Nesse sentido, os psicólogos cognitivistas defendem a necessidade de estudar a cognição de forma a apurar como é que a informação é processada na mente humana, ou seja, quais os mecanismos subjacentes ao intelecto. A preocupação mostrada pelos investigadores desta corrente era tentar perceber quais as razões (processos cognitivos) que levam as pessoas a dar determinadas respostas, colocando para segundo plano o facto da resposta estar certa ou errada.

Nesta corrente, destacam-se os trabalhos de *Earl Hunt* e dos seus colaboradores, assim como os de *Robert Sternberg*. Estes psicólogos, entre outros da mesma linha de pensamento, com base nos trabalhos decorrentes em abordagens anteriores e mesmo dentro da mesma abordagem, investigaram os relacionamentos entre os constructos da psicometria e os processos dos modelos cognitivos (Lunneborg, 1977).

Por exemplo, na investigação desenvolvida por Earl Hunt e pelos seus colaboradores, o factor tempo (rapidez na resposta) foi um aspecto chave. Defendiam que uma habilidade subjacente à inteligência é a rapidez de recuperação de informação léxica, tal como letras, a partir da memória. Através da discriminação de tempos durante a realização de tarefas, estes autores chegaram à conclusão que havia a possibilidade de previsão dos resultados obtidos por via de testes psicométricos.

Por seu lado, o psicólogo Robert Sternberg foi um acérrimo defensor do estudo das tarefas subjacentes aos testes de inteligência. Segundo Sternberg, esse estudo era importante para se poder identificar o conjunto de processos mentais como também as estratégias que as pessoas usavam durante a realização das mesmas. Segundo o mesmo autor, estes processos mentais não deveriam de ser de muito baixo nível ao ponto de elementos como a rapidez de resposta constituir um critério de monitorização, como defendia E. Hunt.

No contexto da sua *teoria Componencial* apresentada pelos anos 70, a qual já sofreu uma expressiva evolução, Sternberg reduzia esta teoria essencialmente aspectos relativos ao raciocínio analógico.

Uns anos mais tarde, Sternberg constatou que a sua teoria componencial, conforme a tinha inicialmente concebido, não abrangia todos as questões relativas à inteligência e pelos anos

80 apresentou uma teoria mais complexa, com base na primeira, denominada “*Teoria Triárquica da Inteligência*” humana (explicada mais detalhadamente na secção 2.3). Na base desta teoria, estão três subteorias: a *componencial* (herdada da teoria anterior), a *experencial* e a *contextual*, as quais segundo o autor, são todas importantes para um bom funcionamento mental e para um bom desempenho. Devido às suas características, esta teoria enquadra-se melhor na corrente cognitivo-contextual.

2.2.4 Corrente Cognitivo-contextual

De uma forma sucinta, esta corrente cognitivista caracteriza-se por combinar a *cognição* com o *contexto* (meio sociocultural) e principalmente por se distanciar da tradição QI (Quociente de Inteligência).

O meio reveste-se de especial importância no processo das construções cognitivas dos indivíduos. Por seu lado, os testes QI não são reveladores de todas as dimensões da inteligência, e por conseguinte, os neocognitivistas defendem que outras dimensões devem também ser tomadas em linha de consideração, tais como a dimensão *afectiva*, *criativa* e *prática*. Esta corrente também é normalmente associada ao paradigma das inteligências múltiplas.

Howard Gardner, John Mayer, Peter Salovey, David Caruso, Daniel Goldman e Robert Sternberg, pertencem ao conjunto de investigadores mais citados desta corrente, e por conseguinte, é realizada, durante os próximos parágrafos, uma apresentação das suas teorias, excepto a teoria triárquica da inteligência de Sternberg, a qual é apresentada na secção 2.3, uma vez que faz parte da sustentação de alguns princípios desta dissertação.

Howard Gardner, psicólogo conhecido pela criação da teoria *Inteligências Múltiplas*, discordava de muitas das concepções sobre a inteligência defendidas pelos seus antecessores e mesmo por alguns dos seus colegas contemporâneos. A primeira discordância é relativa à concepção da inteligência como uma entidade única, hereditária e como uma mente em branco. Segundo Gardner, só a multiplicidade de inteligências faz sentido. Uma outra discordância a realçar, diz respeito à crença que se podia ensinar qualquer coisa a qualquer pessoa. Este objectivismo radical assentava na ideia de que qualquer ser humano poderia ser transformado em qualquer coisa – economista, médico,

arquitecto, político, bandido ou ladrão –, desde que a aprendizagem fosse devidamente controlada (condicionada) pelo exterior através de recompensas e punições.

Estas ideias – inteligência como entidade única, mentes em branco, aprendizagem forçada –, foram combatidas no seu célebre livro *Frames of Mind* (Gardner, 1983/1993), onde defendeu uma concepção de inteligência radicalmente diferente, mais precisamente, a existência de várias inteligências. Inicialmente, delineou sete dimensões da inteligência: *inteligência linguística*, *inteligência lógico-matemática*, *inteligência espacial*, *inteligência musical*, *inteligência corporal-cinestésica*, *inteligência interpessoal* e *inteligência intrapessoal* (Oliveira, 2007; Branco, 2004). Segundo o autor, todas estas inteligências podem estar presentes nas pessoas embora umas sejam mais dominantes do que outras. Mais recentemente, Gardner adicionou à sua lista de inteligências mais duas: *inteligência naturalista* ou *ecológica* e *inteligência espiritual* (Gardner, 1999, 2001).

Gardner também sublinhou as capacidades num indivíduo inteligente para *descobrir* e *criar*, conforme se constata no seguinte extracto retirado de (Branco, 2004, p. 109):

“... Uma competência intelectual humana deve conter um conjunto de capacidades de resolução de problemas – que habilite os indivíduos a resolver problemas ou dificuldades que encontram e, quando apropriado, permita criar um produto eficaz – e deve também conter o potencial para descobrir e criar.”

A teoria do autor não se confinava unicamente a teorizações. Também tinha reais preocupações no que respeita à sua aplicação no ensino. Segundo Gardner, a escola deve preocupar-se em desenvolver essas inteligências e ajudar as pessoas a atingirem os seus objectivos profissionais tendo em conta as amplitudes individuais da inteligência.

Para o sistema educacional, Gardner desafiou os educadores a apresentarem o material de ensino numa variedade de modos diferentes, em complemento do tradicional método linguístico e lógico-matemático, e a planearem também diferentes métodos de avaliação para além do método tradicional do papel/lápis (Huffman, Vernoy e Vernoy, 2003). Estes pensamentos fundamentam-se em seis princípios gerais que Gardner delineou para o processo de ensino-aprendizagem, entre os quais se destacam os seguintes: as crianças possuem mentes diferentes; aos diferentes perfis de inteligência correspondem tipos diferentes de compreensão e de desempenhos (Branco, 2004).

Uma outra perspectiva sobre a concepção da inteligência que tem suscitado muito interesse quer no ensino, quer a nível profissional, é a *inteligência emocional*.

A *inteligência emocional* é uma área de investigação muito recente e o seu interesse é sustentado, em grande parte, pelos avanços científicos sobre o funcionamento do cérebro. Para os investigadores desta corrente, não chega a inteligência intelectual para se ter sucesso na vida. Segundo os mesmos investigadores, é preciso também a inteligência emocional.

As emoções reflectem relacionamentos entre uma pessoa e um amigo, uma pessoa e uma situação, uma pessoa e a sociedade, ou mais internamente, entre uma pessoa e uma reflexão ou memória. Nesta abordagem, a ênfase é atribuída à capacidade de reconhecer os significados dos vários padrões de sentimentos/emoções e ao mesmo tempo ser capaz de raciocinar e resolver problemas com base neles (Mayer et al., 2004). Segundo os investigadores desta abordagem, sem esse reconhecimento não poderá existir controlo de emoções, habilidade que sublinham ser imprescindível para as pessoas alcançarem êxitos.

Vários investigadores têm vindo a estudar as emoções abrindo uma nova era no estudo da inteligência. Estudos sobre a inteligência emocional apareceram inicialmente em artigos académicos no início da década de 1990⁶ escritos por dois investigadores de renome, *John Mayer* e *Peter Salovey* (Mayer e Salovey, 1993). Estes investigadores, juntamente com *David Caruso*, definiram inteligência emocional do seguinte modo:

“Emotional intelligence is the set of abilities that accounts for people’s emotional reports vary in their accuracy and how the more accurate understanding of emotion leads to better problem solving in an individual’s emotional life”.

“...we define emotional intelligence as the ability to perceive and express emotion, assimilate emotion in thought, understand and reason with emotion and regulate emotion in the self and others”. (Mayer et al., 2004, p. 396)

Segundo Mayer e Salovey (Mayer et al., 2004), as áreas principais de competências dividem-se nos seguintes grupos: *percepção e avaliação de emoções; assimilação de*

⁶ O termo inteligência emocional já tinha sido usado anteriormente por outros investigadores, nomeadamente, em artigos relacionados com a investigação de Jean Piaget.

emoções em pensamento; compreensão e análise de emoções; controlo reflectivo das emoções.

Em resumo, este modelo de inteligência caracteriza-se por fazer a ligação entre as emoções e as suas interações com o pensamento, centrando-se na habilidade ou capacidade de perceber, raciocinar e controlar sentimentos.

Uma outra perspectiva sobre inteligência emocional mais popular, foi desenvolvida por *Daniel Goleman*. Uma das diferenças entre esta abordagem e a abordagem de Mayer e Salovey, é a introdução de características relativas à *personalidade* no modelo de inteligência do Goleman.

Goleman inclui as seguintes habilidades na sua definição de inteligência:

“The abilities called here emotional intelligence, which include selfcontrol, zeal and persistence, and the ability to motivate oneself.” (citado em Mayer et al., 2004, p. 401).

Este modelo misto está dividido em cinco grandes áreas de competências: *conhecimento dos sentimentos pessoais, gestão das emoções, auto-motivação, reconhecimento das emoções nos outros e gestão de relacionamentos*. No que se refere, por exemplo à motivação, conceito até à data pouco relacionado com a inteligência, Goleman associa os seguintes atributos: *ordenação das emoções, retardamento de gratificações e repressão da impulsividade*, e *vivência de estados de muito envolvimento /concentração* (Mayer et al., 2004).

Segundo Goleman, a inteligência emocional tem repercussões na vida das pessoas e se não houver um controlo sobre os sentimentos ou emoções não poderá existir tranquilidade emocional, havendo consequências para todas as dimensões do ser humano. Há sentimentos que destabilizam emocionalmente as pessoas como a raiva, a ansiedade ou a melancolia e que devem ser combatidos para que se tenha sucesso na escola, no trabalho, em casa. Goleman utiliza uma expressão interessante que é a capacidade para “ouvir os sentimentos” como chave para tomada de boas decisões.

Goleman realça que o *analfabetismo emocional* tem elevados custos e que as suas manifestações estão à vista de todos, como por exemplo: a depressão, as perturbações alimentares, a violência, as drogas, os suicídios, entre outras. Em consequência, sublima

com veemência a necessidade da alfabetização emocional como ferramenta de controlo da mente, devendo todo este processo iniciar-se nos bancos da escola.

A sua obra “*Emotional Intelligence*” publicada em 1995 (Goleman, 1995), contribui fortemente para que a questão da inteligência emocional começasse a ser tomada em linha de conta nos vários sectores da sociedade e, por essa razão, talvez se compreenda a “explosão” de comunicações, sessões de trabalho, entre outros, nestes últimos anos, para dar a conhecer ao público em geral, a importância prática da sua teoria. O princípio que as inteligências são educáveis, desperta especial interesse em toda a comunidade, princípio esse que contrasta com o carácter estático de algumas concepções da inteligência concebidas no início e meados do século passado.

A corrente seguinte reveste-se de outros interesses, sendo o seu principal objectivo compreender a estrutura e o funcionamento da mente humana.

2.2.5 Corrente da Ciência Cognitiva

O Congresso sobre *Mecanismos Cerebrais do Comportamento*, também designado de simpósio de Hixon, realizado em 1948 no California Institute of Technology, é um marco importante rumo à criação da Ciência Cognitiva (Saraiva e Argimon, 2007). Nesse congresso, o ponto-chave de discussão foi a forma pela qual o sistema nervoso controla o comportamento. Contribui também para discutir as ligações entre o cérebro e o computador. Para além disso, iniciou um “ataque” à corrente Behaviorista⁷, para a qual só o comportamento observável deve ser estudado, excluindo desse modo os processos mentais, relativos ao modo como se raciocina, aprende e age.

Sucintamente, o objectivo da ciência cognitiva é compreender a estrutura e o funcionamento da mente humana. As suas fontes de conhecimento são diversas, variando desde a Filosofia, passando pela Psicologia, Neurociência, Linguística até à Inteligência Artificial.

Uma outra característica desta corrente é o uso frequente do método científico assim como da *simulação/modelação* através de *modelos computacionais*.

⁷ Teoria comportamental que assenta na concepção de que a aprendizagem resulta de associações entre estímulos e respostas.

Não sendo objectivo deste trabalho fazer uma descrição alargada da investigação realizada na área da inteligência, apresenta-se simplesmente os nomes de cientistas muito conceituados na área da Ciência Cognitiva que, através dos seus trabalhos, trouxeram de forma directa ou indirecta grandes contributos para clarificar as questões relativas à mente, e em particular à inteligência. No campo da linguística destacam-se: Noam Chomsky e George Lakoff; no campo da Inteligência Artificial destacam-se: Marvin Minsky, Kevin Warwick, Herbert Simon, Allen Newell, David Rumelhart e James McClelland.

2.2.6 Corrente Biológica

Nas correntes anteriores, as preocupações dos seus autores tinham como alvo encontrar factores, conhecer os processos cognitivos ou os processos cognitivos em interacção com o meio ambiente, os quais pudessem explicar a mente, e mais especificamente, a inteligência. Nesta corrente, o principal objectivo é o estudo da inteligência com base nas suas características biológicas.

Um dos pontos fortes desta corrente é o emprego de técnicas de medição precisas. Como pontos fracos, destaca-se o carácter menos prático desta abordagem juntamente com a tendência para ignorar os contextos nos quais a inteligência se manifesta.

Os trabalhos de investigação variam muito. Destaca-se o estudo das funções de cada *hemisfério do cérebro* (Levy et al., 1972), a *velocidade de transmissão do neurónio* (Vernon e Mori, 1992) e as *ligações do cérebro a funções intelectuais* (Luria, 1980; Halstead, 1951).

Resumidamente, a Psicologia procura há décadas responder à pergunta sobre a natureza da inteligência. Existem muitas respostas revelando uma multiplicidade de visões como pode ser constatado através da investigação desenvolvida nas principais correntes: psicométrica convencional, desenvolvimentista-construtivista, cognitivista, cognitivo-contextual, ciência cognitiva e biológica. De uma concepção de inteligência como entidade única, hereditária e estática evolui-se, a partir da segunda metade do século passado, para um conceito de inteligência com características bem diferentes, de onde se destaca: o carácter multifacetado e educável da inteligência, a influência do meio e a ligação da cognição às emoções. Seguramente, há ainda muito trabalho a realizar pela comunidade científica, observando pela grande variedade de teorias e abordagens na área da inteligência.

Introduzidas as principais teorias e abordagens sobre a inteligência, na secção seguinte apresenta-se uma descrição mais detalhada da Teoria Triárquica da Inteligência (de Sucesso).

2.3 Teoria Triárquica da Inteligência (de Sucesso)

O criador da Teoria Triárquica da Inteligência (TTI) é o psicólogo Robert Sternberg, professor catedrático na *School of Arts and Sciences* na Universidade de Tufts e também director do *Center for the Psychology of Abilities, Competencies and Expertise*, pertencente à mesma universidade. As suas principais influências são J. Piaget e a Psicologia de Processamento de Informação (corrente cognitivista).

Sternberg posiciona-se entre os psicólogos contemporâneos que propõem uma visão da inteligência não confinada aos testes QI. Este autor define inteligência do seguinte modo:

"Eu defino [inteligência] como a capacidade de realizar o que quer que queiramos conseguir na vida no nosso contexto sociocultural capitalizando os nossos pontos fortes e compensando, ou corrigindo, os nossos pontos fracos" (consultar: <http://www.indiana.edu/~intell/sternberg.shtml>)

Para uma melhor compreensão da sua teoria, Sternberg recorre inúmeras vezes a histórias, umas fictícias, outras com passagens reais. Dentro das inúmeras histórias, destaca-se a seguinte história fictícia:

"O almoço do urso feroz"

Dois meninos combinaram dar um passeio pela floresta. Eles são muito diferentes um do outro. Os professores do primeiro menino acham-no inteligente, os seus pais acham-no inteligente, e, conseqüentemente, ele acha-se inteligente. Tem notas excelentes e um currículo que devem ajudá-lo a ter sucesso na sua vida académica.

Entretanto, poucas pessoas consideram o segundo menino inteligente. As suas notas não são nada de especial e o seu currículo, embora satisfatório, não é notável. No melhor dos casos, as pessoas diriam que ele é esperto ou que se "vai safando".

Passeando pela floresta, eles encontram um problema: um urso muito grande e feroz, aparentemente faminto, está a preparar-se para atacá-los. O primeiro menino calcula que o urso levará 17,3 segundos para chegar até eles. Esta é uma façanha impressionante, dada a tensão em que se encontram. Este menino não só sabe a fórmula: $\text{Distância} = \text{Velocidade} \times$

Tempo, como também é capaz de aplicá-la em situações de grande coação. O segundo menino jamais seria capaz de calcular o número de segundos, e nem tentaria.

O primeiro em pânico, olha na direcção do segundo menino, que está a descalçar as botas da caminhada e a calçar as suas sapatilhas. O primeiro menino diz para o outro: “Deves estar louco. É completamente impossível correremos mais do que este urso feroz!”. O segundo replica: “É verdade. Mas tudo o que eu tenho de fazer é correr mais do que tu”. (Sternberg e Grigorenko, 2003, p.15).

Nesta história, pode-se concluir que o pensamento (analítico), aliás excelente, de um dos meninos, certamente não o ajudará a superar esta situação inesperada. Naquele momento, era preciso uma decisão mais apropriada. Nesse sentido, coloca-se então a questão, que tipo de pensamento seria mais apropriado para a ocasião.

Neste sentido, Sternberg defende a concepção triárquica da inteligência conforme se descreve a seguir.

As origens da TTI (Sternberg, 1985) são atribuídas a uma teoria criada anteriormente pelo mesmo autor, denominada teoria *Componencial*. Esta teoria valorizava essencialmente os aspectos analíticos da inteligência, o que se mostrou, em curto espaço de tempo, estar bastante incompleta. À teoria *Componencial* juntaram-se então mais duas teorias: a *Experencial* e a *Contextual*, cada uma tratando diferentes aspectos da inteligência. Estas três teorias, mais propriamente, subteorias, constituem no seu todo, a teoria *triárquica* da inteligência.

A *subteoria componencial* é responsável por especificar as estruturas e os processos subjacentes ao comportamento inteligente. Para este tipo de comportamento são necessários os seguintes três tipos de processos: *metacomponentes*, são processos executivos de ordem superior, os quais são usados para planejar, monitorar, tomar decisões na resolução de problemas e em tarefas de avaliação; *componentes de execução*, os quais executam os planos construídos pelos metacomponentes; os *componentes de aquisição*, os quais selectivamente codificam e combinam informação nova e selectivamente comparam informação nova com informação antiga, são usados na aprendizagem como realizar tarefas (Sternberg, 1985). As componentes da inteligência funcionam fundamentalmente

no mundo interno do sujeito e fazem parte fundamentalmente das “*habilidades analíticas*” (Oliveira, 2007).

A *subteoria contextual* postula sobre a aplicação das componentes havendo necessidade de se verificar o cumprimento de três funções: *adaptação ao meio*, *selecção do meio* e *reorganização do meio*. Segundo Sternberg, numa determinada situação real, cada indivíduo deverá procurar usar um destes processos para concretizar os seus objectivos. Nem sempre a adaptação ao meio é a melhor resposta. Por vezes, é preferível escolhermos outro meio para atingirmos o que pretendemos. Dependendo das circunstâncias, poderá ser mesmo preferível tentar alterar o meio. Sternberg realça que um comportamento inteligente não está confinado ao produto ou resultado obtido, mas como se chegou a esse resultado, ou seja, a forma como a actividade mental foi usada. Estas funções contextuais fazem parte das “*habilidades práticas*”.

A *subteoria experiencial* postula sobre a aplicação das componentes para fazer face a situações ou tarefas. Segundo Sternberg, a inteligência é melhor demonstrada quando a) um indivíduo é confrontado com uma situação ou tarefa relativamente nova, ou b) através da capacidade de automatização dos processos de resolução de problemas (Sternberg, 1985). De salientar que a situação não pode ser completamente nova, uma vez que o indivíduo não terá certamente nenhuma experiência passada de referência e por isso, não terá nenhuma estrutura cognitiva que o ajude a superar uma dada tarefa. A automatização permite alocar recursos ao processamento de tarefas ou situações novas. Segundo Sternberg, um comportamento inteligente não deve depender da tarefa ou situação mas, pelo contrário, do conhecimento já adquirido em situações ou tarefas anteriores. Nesse sentido, para se avaliar a inteligência, uma situação ou tarefa não deve ser completamente nova. Esta subteoria não especifica as estruturas mentais ou mecanismos envolvidos num comportamento inteligente. Pelo contrário, diz respeito à relação entre o mundo interno e o externo, compreendendo essencialmente “*habilidades criativas*”.

As inter-relações das três subteorias, do ponto de vista teórico como da operacionalização, cobrem simultaneamente, segundo o autor, os fundamentos e as manifestações do pensamento inteligente (Miranda, 2002).

Anos mais tarde, Sternberg (2005; 2005a) apresentou a sua teoria de inteligência de sucesso, ancorada na TTI, demonstrando a necessidade de todos os indivíduos utilizarem as três inteligências, ou capacidades, diferenciadamente, em circunstâncias e momentos diversificados.

No livro *Inteligência Plena*, Sternberg e Grigorenko (2003), apresentam os seguintes cinco princípios inerentes à inteligência de sucesso:

1. Conjunto de capacidades necessárias para a pessoa atingir o sucesso na vida, independentemente de como ela o define;
2. Sucesso é definido apenas em termos de um contexto sócio-cultural, ele não ocorre no abstracto, mas com respeito a padrões ou expectativas pessoais ou alheios;
3. A capacidade da pessoa reconhecer e aproveitar ao máximo os pontos fortes (quase todas as pessoas são boas em alguma coisa);
4. A capacidade da pessoa reconhecer e compensar, ou corrigir, os seus pontos fracos (ninguém é bom em tudo);
5. A capacidade da pessoa se adaptar a um determinado ambiente, ou modificá-lo ou ainda seleccionar outro.

No mesmo livro são analisadas as três chaves para a inteligência de sucesso: descobrir boas soluções com a inteligência analítica; descobrir bons problemas com a inteligência criativa; pôr em acção soluções com a inteligência prática. Os mesmos autores acrescentam:

“A inteligência é, em primeiro lugar, uma questão não de quantidade mas sim de equilíbrio, de saber quando e como utilizar as aptidões analíticas, criativas e práticas. A inteligência está envolvida na tentativa de atingir qualquer objectivo. A inteligência de sucesso está envolvida na tentativa de encontrar o equilíbrio óptimo na prossecução dos nossos próprios objectivos.

...A inteligência é vista como sendo modificável. Não se está prisioneiro de uma certa quantidade de inteligência”. (Sternberg e Grigorenko, 2003, p.23)

Fazendo a ligação ao contexto educativo, ainda hoje se verifica que a componente analítica mantém o seu estatuto de privilegiada. No entanto, no mundo real, as capacidades criativas e práticas são igualmente importantes. Segundo Sternberg, este posicionamento tem como consequência que alunos mais criativos ou mais práticos tenham piores resultados em relação aos alunos de pensamento predominantemente analítico. Por outro lado, alunos que obtêm excelentes classificações, não é por si só indicador de sucesso na vida profissional. Se unicamente forem as capacidades de memorização ou analítica exercitadas, o que acontece frequentemente nas escolas, é natural que quando o aluno se deparar com situações do tipo “e agora que fazer?” possa fracassar com implicações variáveis na sua vida profissional.

A inteligência de sucesso tem, por isso, como objectivo preparar os alunos nos três tipos de pensamentos (Sternberg, 2002). A capacidade analítica permite avaliar, analisar, comparar, contrastar. A capacidade criativa é usada quando a pessoa cria, inventa ou descobre. A capacidade prática é empregada quando a pessoa coloca em prática, aplica ou usa aquilo que aprendeu (Sternberg e Grigorenko, 2003). Aprendendo a treinar as suas capacidades criativas, práticas e analíticas, o aluno está a trabalhar na sua plenitude para poder superar uma maior diversidade de situações ou tarefas.

Sternberg defende assim, que ser inteligente significa raciocinar bem, em um ou mais modos distintos: analítico, criativo e prático e defende também, o equilíbrio das três inteligências para se obter sucesso na vida, independente de como o defina, num contexto sócio-cultural particular.

Sternberg mostrou o interesse prático da sua TTI (de sucesso) para se obter um bom desempenho académico defendendo um ensino e uma avaliação segundo o seu modelo triárquico (Sternberg e Grigorenko, 2003; Sternberg, 2002;). Nos estudos que realizou, Sternberg (Sternberg et al., 1998) pôde constatar que o ensino e avaliação triárquicos contribuem para melhorar a aprendizagem dos alunos comparativamente com o modelo de ensino tradicional.

Resumindo, a concepção triárquica da inteligência (de sucesso) enfatiza o recurso a três competências centrais da mente – analítica, prática e criativa –, as quais embora sejam interdependentes podem ser usadas de forma independente. A questão central, é saber

como utilizá-las. Na escola, o processo de ensino-aprendizagem deve contemplar estas competências de forma a que todos os alunos se sintam motivados na sala de aula.

Em forma de conclusão, termina-se este capítulo com o seguinte extracto do livro *Inteligência de Sucesso* (Sternberg, 2005a, p.16):

“As pessoas com inteligência de sucesso que mais se distinguem não são necessariamente as que têm o maior grau de inteligência em qualquer um dos três aspectos. Mas, quer estando na escola quer no local de trabalho, são as mais capazes de tirar partido dos seus pontos fortes, de compensar os seus pontos fracos, e de utilizar ao máximo as suas capacidades – tudo isto requerendo inteligência analítica, criativa e prática. É esta a visão da inteligência de sucesso que temos de adoptar para assim obtermos o máximo dos nossos alunos e de nós próprios.”

3 Sistemas Hipermedia Adaptativos

Neste capítulo começa-se por apresentar as origens dos Sistemas Hipermedia Adaptativos (SHAs) e prossegue-se para uma descrição das suas características, dos métodos e técnicas de adaptabilidade utilizados. O capítulo termina com a apresentação de um grupo de ferramentas, designadamente, as ferramentas de autor, as quais constituem um meio cada vez mais utilizado para criação de aplicações.

3.1 Introdução

“The promises of multimedia, simulation, computer-mediated communication and communities, and internet-based support for individual and distance learning all have the potencial for revolutionary improvements in learning.” (Forbus e Feltovich, 2001, p. 3).

Hoje em dia, palavras como multimédia, hipermedia, comunicação mediada por computador, internet, entre outras, começam com alguma naturalidade a fazer parte do quotidiano, sendo os jovens, a fatia da população para quem esse vocabulário é mais familiar. É sem dúvida, um sinal de que muitos paradigmas estabelecidos estão a precisar de dar lugar a outros mais enquadrados no panorama geral da sociedade.

Existe um conjunto muito vasto de TIC com aplicação em variadíssimas áreas. No contexto educativo, a comunicação mediada por computador constitui um potencial enorme para responder às novas exigências e necessidades de todos aqueles envolvidos no processo educativo, começando na pré-escola passando pelo ensino superior e terminando noutros ambientes de formação ao longo da vida.

A criação das primeiras aplicações computacionais em contexto educativo tem origem nos anos 50 do século passado. Designadas “CAI” (*Computer Assisted Instruction*), caracterizam-se por possuir uma conduta estática, devido à forma de representação do conhecimento ser implícita ao sistema e não possuírem informação sobre o progresso do aluno. Sendo assim, todas as vezes que o aluno inicia a aplicação, o sistema responderá da mesma forma apresentando a mesma estratégia de ensino, independentemente de quem está a interagir com a aplicação.

A seguir aos CAI, surgiram os *Sistemas Tutores Inteligentes* (STIs), já no início da década de 70. A passagem dos sistemas do tipo CAI para os do tipo STI deve-se essencialmente ao

aparecimento de novos métodos e técnicas para representação e processamento do conhecimento na área da Inteligência Artificial. Os STIs dão mais ênfase aos aspectos relacionados com o ensino-aprendizagem e portanto estão mais orientados a uma abordagem do tipo um-para-um. Estes sistemas possuem uma componente designada “*módulo do aluno*” (*Student Model*), a qual guarda informação sobre as características do aluno. Com base nessa informação, o tutor digital escolhe dinamicamente a estratégia de adaptação que melhor se ajusta ao aluno. Esta característica permitiu designar estes tutores de “*model-tracing tutors*”. Para um estudo mais detalhado sobre os primeiros CAIs e STIs aconselha-se (Sleeman e Seely, 1982; Wenger, 1987; Frasson e al., 1996).

Entretanto, ainda na década de 60, foram desenvolvidos os primeiros *sistemas hipertexto*. Enquanto estes sistemas iam ganhando algum espaço em contexto educacional, os STIs passavam por um período menos bom. As críticas principais atribuídas a estes sistemas eram: o seu baixo poder de reutilização, sem capacidade de expansão e custos de desenvolvimento muito elevados.

Por volta de 1989 surgiu a *Web*, inventada por Tim Berners Lee no CERN (*European Organization for Nuclear Research*), a qual impulsionou de imediato o desenvolvimento de vários tipos de sistemas e ferramentas computacionais, dadas as suas potencialidades.

Com o avanço das TIC surgiram também ferramentas capazes de manipular vários tipos de elementos multimédia (animação, audio, video, entre outros) o que contribuiu fortemente para o aparecimento dos *sistemas hipermedia*. Estes sistemas chamaram a atenção de vários grupos de investigação dadas as suas características serem muito diferentes relativamente aos documentos tradicionais. O passo seguinte deu-se ao nível da adaptação sistema/utilizador, o que levou ao aparecimento dos primeiros *Sistemas Hipermedia Adaptativos*, por volta de 1995.

Os sistemas hipermedia adaptativos são sistemas com muitas aplicações mas com um grau de reutilização baixo. De modo a contornar esta desvantagem, vários grupos de investigação começaram a desenvolver *ferramentas de autor*. Com base nestas ferramentas é possível criar aplicações hipermedia adaptativas com muito menos esforço e reutilizá-las se for necessário. Por seu lado, os autores ficam mais disponíveis para outras tarefas como, por exemplo: criação de conteúdos, definição do domínio conceptual, construção de páginas html.

Estão a surgir no mercado outro tipo de sistemas muito orientados para o contexto educativo, os *Sistemas de Gestão de Aprendizagem* (*Learning Management System* - LMS) e os *Sistemas de Gestão de Conteúdos de Aprendizagem* (*Learning Content Management System* - LCMS). No primeiro caso, o objectivo principal é fazer a gestão e o acompanhamento de cursos de aprendizagem e actividades propostas on-line. Nesse âmbito estão incluídos os processos de gestão dos acessos dos alunos, disponibilização de conteúdos de aprendizagem e criação de relatórios sobre o desempenho dos alunos. Exemplos de sistemas do tipo LMS são: WebCT (<http://www.webct.com>), Luvit (<http://www.luvit.com>), Blackboard (www.blackboard.com) e Lotus Learning Space (<http://www.lotus.com/home.nsf/welcome/learnspace>). No segundo caso, o propósito é a gestão de conteúdos de aprendizagem, mais concretamente a criação, a catalogação, o armanejamento, a combinação e a distribuição de *Objectos de Aprendizagem Reutilizáveis* (*Reusable Learning Objects* – RLOs) (Donello, 2002). O conceito de objectos de ensino reutilizáveis foi retirada da noção da programação de sistemas orientada a objectos (Carvalho, 2001).

Finalmente, os *sistemas inteligentes baseados na Web* desfrutam de toda a experiência acumulada anteriormente e juntam às várias características dos sistemas anteriores métodos e técnicas da Inteligência Artificial melhorando áreas como, por exemplo, o módulo do utilizador. A figura 1 mostra uma síntese das classes de sistemas que se destacaram no domínio do ensino a partir da segunda metade do séc. XX.

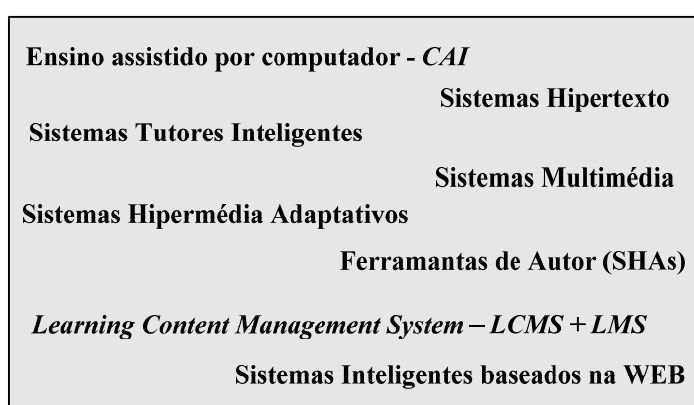


Figura 1 - Classes de sistemas desenvolvidos desde a segunda metade do séc. XX no domínio do ensino-aprendizagem.

Nas secções seguintes, descrevem-se as características dos SHAs e desenvolve-se um pouco mais a sua evolução.

3.2 Hipertexto

A forma mais simples de definir hipertexto é contrastá-lo com o modo clássico de leitura de um texto, como por exemplo, um livro (Nielson, 1990). Página a página, sem variar muito, o livro é lido de uma forma sequencial. Por seu lado, o hipertexto estabelece uma escrita não sequencial. Ele apresenta várias opções aos leitores e estes escolhem o que querem visitar e por que ordem.

Sob o ponto de vista técnico, o hipertexto consiste em unidades de texto interligadas. Cada uma destas unidades é designada por *nó*. Cada um destes nós pode ter ligações a outras unidades através de *ligações (links)*. Toda esta estrutura forma uma *rede de nós e links*. Os utilizadores podem navegar nesta rede sem restrições. A esta rede designa-se “*hiperespaço de navegação*” (ver figura 2).

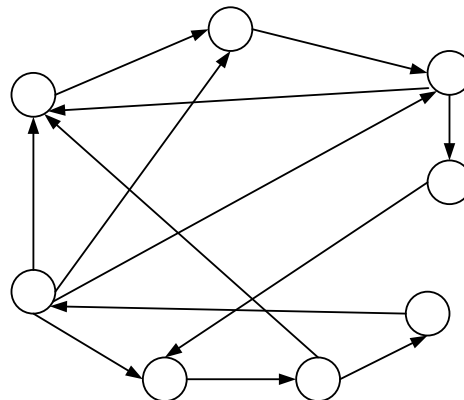


Figura 2 - Exemplo de uma estrutura de hipertexto

Os nós representam conceitos, ou seja, unidades de informação, e as ligações representam os relacionamentos entre conceitos. Os conteúdos e os significados dos conceitos como também os relacionamentos são construídos pelo autor do hiperespaço.

O hipertexto tem uma história de cerca de seis décadas. Em 1945, *Vannevar Bush* publicou o artigo “*As We May Think*” (Bush, 1945), tendo o mesmo se tornado um marco para a história do hipertexto devido aos seus aspectos inovadores para a época. Nesse artigo, foi apresentada uma idealização de uma máquina hipertexto, denominado *Memex*, cujo objectivo era mostrar livros e filmes a partir de uma biblioteca. Adicionalmente, esta máquina permitia seguir referências cruzadas de um trabalho para outro.

Outro visionário na área do hipertexto foi *Doug Engelbart*. Este autor desenvolveu o primeiro sistema hipertexto a funcionar, no início dos anos 60 (Engelbart, 1963).

Em 1965, Ted Nelson publicou o célebre artigo “*A file structure for Complex, the Changing, and the Indeterminant*” (Nelson, 1965), introduzindo os termos *hipertexto* e *hipermedia* pela primeira vez. Nelson apresentou o projecto *Xanadu* cujo objectivo era poder incluir toda a informação e conhecimento da Humanidade num só documento hipertexto.

Em termos de síntese, a tabela 2 mostra um conjunto de acontecimentos que marcou a evolução do hipertexto/hipermedia. As fontes de pesquisa foram (Wu, 2002) e (Ossenbruggen, 2001).

Tabela 2- Quadro cronológico relativo a eventos do hipertexto

Data	Designação	Pequena descrição
1945	Memex	Máquina hipotética de hipertexto, denominada <i>Memex</i> , a qual mostraria livros e filmes a partir de uma biblioteca, como também seguiria referências cruzadas de um trabalho para outro. Nunca chegou a ser construída. (Bush, 1945)
1965	Hipertexto	Ted Nelson idealizou o sistema distribuído <i>Xanadu</i> (Nelson, 1988) o qual permitiria criar e publicar diversas formas de hipertexto/media. Introduziu os termos hipertexto e hipermedia. (Nelson, 1965)
1967	Hypertext Editing System	Sistema pioneiro de hipertexto desenvolvido por Andries van Dam, Ted Nelson, entre outros colaboradores (van Dam, 1987), na Universidade de Brown (Rhode Island – USA). Mais tarde, o <i>HES</i> deu origem ao <i>FRESS</i> (“ <i>File Retrieval and Editing System</i> ”).
1968	oN Line System	Ferramenta experimental para armazenar especificações, planos, desenhos, programas, entre outros. Desenvolvida por Doug Engelbart. (Engelbart, 1963)
1975	ZOG	Sistema hipertexto desenvolvido na CMU por Donald McCracken e Robert Akscyn (Akscyn et al., 1988). Consiste numa estrutura hierárquica de <i>frames</i> . Mais tarde, <i>ZOG</i> deu origem a outro sistema, agora comercial, denominado <i>KMS</i> (“ <i>Knowledge Management System</i> ”).
1978	Aspen Movie Map	Primeiro exemplo de um sistema multimédia desenvolvido por Andrew Lippman no MIT. (Lippman, 1980)
1985	Symbolics Document Examiner	Reconhecido como o primeiro sistema hipertexto utilizado por utilizadores “reais”. Foi desenvolvido por Janet Walker (Walker, 1987).
1985	NoteCards	Sistema desenvolvido na Xerox PARC por Randall Trigg, Frank Halasz e Thomas Moran. NoteCards visualizava graficamente um sumário da estrutura de <i>links</i> de todo o hiperdocumento. (Halasz

		et al.,1987)
1985	Intermedia	Foi o terceiro projecto de hipertexto desenvolvido na Universidade de Brown, depois do HES (1967) e do FRESS (1969). Um dos responsáveis pelo projecto foi Norman Meyrowitz. <i>Intermedia</i> suportava, por exemplo, <i>links</i> bidireccionais para texto e gráficos.
1986	Guide	Sistema desenvolvido na Universidade de Kent por Peter Brown. O mecanismo de <i>links</i> é realizado por substituição, pelo que, quando um <i>link</i> é seleccionado, o nó corrente “abre” espaço para o nó destino.
1987	HyperCard	Sistema hipertexto desenvolvido na Apple por Bill Atkinson. (Wesley, 1989)
1987		Realizou-se a primeira Conferência de Hipertexto ACM.
1991	flying	Ferramenta adicional para navegar no hiperespaço de um modo mais eficiente. (Lai e Manber, 1991)
1992	Grift	Sistema desenvolvido por Quint e Vatton (Quint e Vatton, 1992). Característica principal era a existência de uma estrutura lógica que facilitava a navegação a dois níveis: sob elementos de hipertexto e sob documentos estruturados.
1996	HyPursuit	Sistema escalável que agrupava documentos de hipertexto com o objectivo de organizar um dado espaço de informação para visualização (<i>browsing</i>) e actividades de pesquisa.

Os sistemas hipertexto não estão isentos de problemas/limitações. Quando o hiperespaço toma proporções elevadas, a noção de “estou perdido” é um risco a considerar. Para ultrapassar este problema, Frank Halasz (Halasz, 1988) da Xerox PARC defendeu que os sistemas hipertexto deviam visualizar graficamente a rede de nós e as suas ligações, numa parte da interface da aplicação. Paralelamente, é preciso tomar em linha de conta o tempo de resposta para evitar uma sobrecarga de esforço do utilizador no que respeita à memorização de caminhos percorridos e outras informações menos relevantes.

Os sistemas hipertexto também não contemplam personalização. Por conseguinte, a navegação e a apresentação de conteúdos é independente dos objectivos, do conhecimento, ou de qualquer outra característica do utilizador.

O texto constituía, e ainda constitui, o elemento multimédia de excelência. No entanto, outros elementos têm vindo a ser introduzidos, tornando as aplicações em geral mais apelativas.

3.3 Hipermedia

Enquanto que o hipertexto é um sistema baseado exclusivamente em texto, pelo que, os diferentes blocos contêm apenas informação textual, a *hipermedia* engloba um conjunto mais vasto de elementos multimedia, além do texto, pode incorporar gráficos, imagens, áudio, animação e vídeo. Em suma, a hipermedia é o hipertexto de multimedia.

A Web é um exemplo clássico de hipermedia, enquanto que a visualização não interactiva clássica de um filme é um exemplo de multimedia devido à ausência de hiperligações.

Existe uma grande variedade de sistemas hipermedia baseados em diferentes aspectos de hipermedia e multimedia e com diferentes combinações. Em (Ossenbruggen, 2001) é apresentada uma subdivisão dos sistemas hipermedia em três grupos distintos: *hipertexto multimedia (multiple media hypertext)*, *multimedia interligada (interlinked multimedia)* e *multimedia não linear (non-linear multimedia)*.

Basicamente, no primeiro grupo encontram-se os sistemas que derivam directamente dos sistemas hipertexto, mas com um maior número de elementos multimedia. Estes sistemas também se caracterizam por se basearem no modelo de hipertexto nó/ligação, unicamente agora, os nós podem ser representados por vários tipos de elementos multimedia. Pela razão que a adição destes elementos não interfere na linguagem de estruturação de nós e nos processos de navegação, os termos hipertexto e hipermedia são usados muitas vezes, indiferenciadamente. A linguagem HTML (*Hypertext Markup Language*) é um exemplo desta categoria.

O segundo grupo diz respeito aos sistemas que têm origem na multimedia e não no hipertexto. São sistemas multimedia com possibilidade de fornecer interacção mais avançada em relação ao tradicional VCR (*Vídeo Cassete Recorder*). A navegação destes sistemas é mais limitada devido ao modelo nó/ligação estar dependente do modelo espaço-temporal.

Finalmente, no terceiro grupo encontram-se os sistemas hipermedia que integram hipertexto e multimedia. Descritos como *multimedia não linear* combinam sincronização de multimedia com hiperligações, mas fornecem suporte adicional para estruturas não lineares de documentos.

3.3.1 Vantagens e desvantagens

A popularidade dos sistemas hipermedia é sem dúvida muito grande devido principalmente às suas funcionalidades básicas, nomeadamente, visualização da informação em diversos formatos, possibilidade de interacção e a sensação de “liberdade” de escolha de caminhos.

Como em qualquer assunto, existem vantagens e desvantagens. A tabela 3 mostra uma compilação das vantagens da hipermedia.

Tabela 3- Vantagens da hipermedia (fonte: Conklin, 1987).

Facilidade de navegação	As ligações (<i>links</i>) permitem avançar ou retroceder com muita facilidade.
Facilidade de criação de novas referências	A introdução de referências nos documentos não interfere com os documentos referenciados.
Estruturação flexível da informação	A informação pode ser organizada de um modo hierárquico ou não hierárquico, por exemplo, em malha.
“Visões” globais	Os <i>browsers</i> correntes suportam complexas visualizações de informação.
Apresentação multifacetada da informação	Fragmentos de informação podem ser combinados de diversas formas e formatos.
Modularidade da informação	A partilha de documentos permite haver menos duplicação e sobreposição de informação.
Consistência da informação	O conteúdo de um documento pode ser alterado mas pode continuar a ser referenciado do mesmo modo.
“Pilha” de execuções	O utilizador pode ter várias janelas de pesquisa activas ao mesmo tempo.
Colaboração	Possibilidade de desenvolvimento de documentos num ambiente partilhado por vários autores.

Quanto às desvantagens, elas podem ser agrupadas em duas diferentes classes (Carrillo, 2004):

- Problemas com a implementação. Estes problemas manifestam-se ao nível das *interfaces*, como por exemplo, atrasos na visualização da informação, restrições e deficiências nos *browsers*. Estas questões não são muito difíceis de solucionar dada a rapidez com as tecnologias Web e de redes evoluem.
- Problemas com o modelo de hipermedia. Os maiores problemas que esta classe enfrenta são: *desorientação* e *sobrecarga cognitiva*. A verificarem-se, a utilidade da hipermedia pode ser posta em causa (Ramaiah, 1992; Nielson 1990).

Num sistema de hipertexto/hipermedia, a rede de nós tem uma configuração normalmente não linear. A estrutura hierárquica, a estrutura em malha ou mesmo uma combinação de ambas, são as mais usuais. Navegando num hiperespaço de razoáveis ou grandes dimensões, o utilizador enfrenta o problema de saber o que já visitou e o que lhe falta visitar. A sensação de “estou confuso” pode, portanto, acontecer muito naturalmente. Nielson mostrou (Nielson, 1990) que 56 por cento dos leitores de um documento existente no sistema hipermedia comercial HyperCard, concordaram completamente ou pelo menos parcialmente com a frase “Eu estive muitas vezes confuso sobre ‘onde estava’”.

Conklin (Conklin, 1987) introduziu o problema da *sobrecarga cognitiva*. A verificar-se este problema, “obriga” o utilizador a criar uma “pilha” na sua memória sobre as ligações que já visitou, enquanto consulta os conteúdos da rede, o que acarreta um esforço suplementar.

Estes problemas têm tido especial atenção pelos especialistas que desenvolvem interfaces para os sistemas hipermedia e pelos especialistas que definem e implementam a camada da rede. Caminhos alternativos, mecanismos de apoio ao utilizador durante a navegação e filtros são algumas das técnicas propostas. Nos sistemas hipermedia adaptativos, apresentados na secção que se segue, todas estas questões foram repensadas e em parte solucionadas através de métodos e técnicas específicos.

3.4 Sistemas Hipermedia Adaptativos

“Sistema hipermedia adaptivo é qualquer sistema hipertexto e hipermedia que possua algumas características do utilizador num modelo do utilizador e aplique esse modelo para adaptar vários aspectos visíveis do sistema ao utilizador. Por outras palavras, o sistema deve satisfazer três critérios: deve ser um sistema hipertexto ou hipermedia; deve usar o modelo do utilizador; deve ser capaz de adaptar o hipermedia usando este modelo.”
(Brusilovsky, 1996, p. 2).

Da definição de Sistema Hipermedia Adaptativo (SHA) destacam-se dois aspectos que os sistemas hipertexto e hipermedia não contemplam, o *modelo do utilizador* e o *modelo de adaptação*. O modelo do utilizador tem como objectivo armazenar as características do utilizador, tais como os seus objectivos, o grau de conhecimento sobre os conteúdos, as suas preferências e interesses, para que o modelo de adaptação possa adequar os conteúdos e a navegação às características do utilizador. Por conseguinte, esta abordagem é muito

diferente daquela dos sistemas hipertexto e hipermedia onde a filosofia é “*one-size-fits-all*”. (Brusilovsky, 2001)

Os SHAs podem ser úteis em qualquer domínio onde a hipermedia possa ser usada por utilizadores com diferentes objectivos e conhecimentos (Brusilovsky, 2001) e ao mesmo tempo necessitem de informação on-line.

Quanto à construção dos SHAs, Brusilovsky (Brusilovsky, 1996) apresenta cinco linhas de orientação, conforme é apresentado na figura 3.

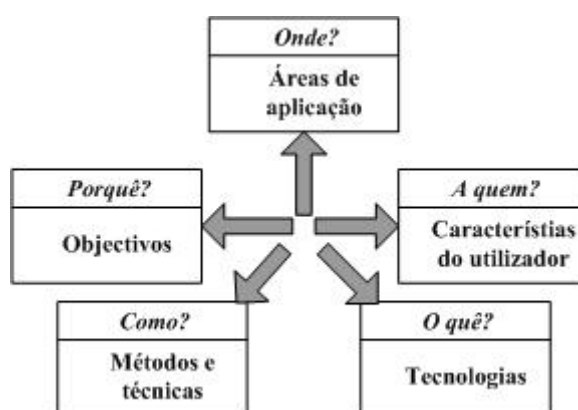


Figura 3 - Classificação de métodos e técnicas no desenho de SHAs (adaptado de Brusilovsky, 1996)

- *Onde?*- Respostas a perguntas do tipo “Porque é preciso outro tipo de adaptabilidade?” e “Porque é preciso que um sistema hipermedia se adapte ao utilizador?” dependem muito do domínio da aplicação. Por conseguinte, a área de aplicação ou domínio deve ser considerada na medida em que é diferente a concepção de um SHA com o intuito de “guiar” um visitante, por exemplo, num museu ou ensinar uma matéria a um aluno. As áreas de aplicação clássicas são apresentadas na secção 3.4.1;
- *Porquê?*- Dependendo dos objectivos pretendidos, não é muito difícil encontrar uma ou mais justificações para criar aplicações adaptativas ao invés de aplicações hipermedia. As questões colocam-se mais ao nível dos métodos e das técnicas que a aplicação deve possuir;
- *A quem?*- Esta questão estuda as características do utilizador que devem ser tomadas em linha de conta para implementar a adaptabilidade. As características mais comuns variam desde os objectivos do utilizador, passando pelos seus interesses, conhecimento prévio, experiência no hiperespaço até às suas preferências (Brusilovsky, 1996). Nesse sentido, os

SHAs são providos do modelo do utilizador (Brusilovsky e Millán, 2007) (Martins et al., 2008) para que durante a interacção utilizador/sistema possam ser capazes de executar a adaptação de conteúdos/navegação ajustável ao momento e à pessoa. A modelação do utilizador é uma área de investigação que data desde os anos 1970 e, desde essa altura, tem sido muita estudada através de outros sistemas educacionais: os STIs. Nestes sistemas, muito orientados para contextos educacionais, o modelo do utilizador corresponde ao modelo do aluno e é tratado num módulo específico da sua arquitectura. Nos SHAs, a quantidade e a natureza da informação representada no modelo do utilizador depende em grande parte do tipo de adaptação pretendido (Brusilovsky, 2000);

- *Como?*- Esta dimensão descreve os *métodos* (nível conceptual) e as *técnicas* (implementação) que precisam de ser adicionados ao SHA. É normal que este tipo de sistema implemente várias técnicas de adaptação, o que é muito comum quando é aplicado ao ensino. Uma introdução aos métodos e técnicas usados nestes sistemas é apresentada na secção 3.4.2;
- *O quê?*- Em termos de SHAs, a adaptabilidade faz-se normalmente ao nível de conteúdos e da navegação, conforme anteriormente referido. A estes dois grupos, Brusilovsky deu o nome “*tecnologias hipermedia de adaptação*” (Brusilovsky, 1996) dada a grande variedade de formas e de mecanismos específicos para tratar estas questões. A selecção de técnicas de adaptação está dependente do que se pretende adaptar para cada indivíduo. Por exemplo, um utilizador que tenha um conhecimento bom ou mesmo razoável sobre um determinado assunto, em princípio não deverá ser confrontado com explicações adicionais nas páginas com conteúdos onde se sinta mais confortável. A introdução de explicações adicionais é uma técnica, entre várias, utilizadas nos SHAs para adaptação de conteúdos;

Para um conhecimento mais aprofundado sobre as características e evolução dos SHAs, apresenta-se na secção seguinte, uma descrição destes sistemas dividida por gerações.

3.4.1 História e áreas de aplicação dos Sistemas Hipermedia Adaptativos

A *primeira geração* de SHAs data do início da década de 90 do século XX. Conforme referido anteriormente, estes sistemas surgiram com o principal objectivo de ultrapassar

algumas limitações dos sistemas hipertexto, nomeadamente, a falta de um módulo de adaptação e de um módulo de utilizador (Brusilovsky, 2004).

Nesse sentido, a comunidade científica começou a debruçar-se sobre duas importantes questões relacionadas com a adaptabilidade. A primeira diz respeito à forma de adaptação dos conteúdos e a segunda à forma de adaptação da navegação. Na literatura da hipermedia estas duas questões são referidas como *apresentação adaptativa (adaptive presentation)* e como *navegação adaptativa (adaptive navigation)*, respectivamente. A primeira está relacionada com a apresentação personalizada dos conteúdos e a segunda, com a estrutura de links mais adequada ao utilizador.

Dadas as características destes sistemas, o domínio do ensino é a área de aplicação de excelência. De facto, os alunos podem tirar vantagens deste tipo de software, uma vez que é possível adicionar e alternar vários tipos de critérios de adaptabilidade proporcionando ao aluno uma visão de conteúdos e uma navegação através de *links* ambos personalizados. Além do ensino, os SHAs são também aplicados a outros domínios, conforme se pode constatar através da tabela 4. Esta tabela apresenta um conjunto significativo de sistemas hipermedia construídos até ao ano de 1996. Os sistemas estão classificados segundo os seguintes domínios de aplicação: *sistemas hipermedia educacionais, sistemas de informação on-line, sistemas de ajuda on-line, sistemas de recuperação/recolha de informação, sistemas hipermedia institucional e sistemas de personalização de “vistas”*.

Tabela 4- Conjunto de sistemas hipermedia até 1996 (em *itálico*, aparecem os sistemas que pertencem a mais do que uma classe) [in: (Brusilovsky, 1996)]

Sistemas Hipermedia Educacionais	
Anatom-Tutor (Beaumont, 1994)	SHIVA (Zeiliger, 1993)
C-Book (Kay e Kummerfeld, 1994a,b)	<Clibbon> (Clibbon, 1995)
ELM-ART (Brusilovsky et al, 1996a,c)	ELM-PE (Brusilovsky e Weber, 1996)
ISIS-Tutor (Brusilovsky e Pesin, 1994, 1995)	<i>SYPROS (Gonschorek e Herzog, 1995)</i>
<i>Hypadapter (Böcker et al, 1990; Hohl et al, 1996)</i>	HyperTutor (Perez et al, 1995; Perez, 1995)
Manuel Excel (de La Passardiere and Dufresne, 1992)	<i>HYPERCASE (Micarelli e Sciarrone, 1996)</i>
ITEM/PG (Brusilovsky et al, 1993; Brusilovsky e Zyryanov, 1993)	Land Use Tutor (Kushhniruk e Wang, 1994)
Sistemas de Informação <i>On-Line</i>	
<i>CID (Boy, 1991)</i>	<i>HYPERFLEX (Kaplan et al, 1993)</i>
PUSH (Höök et al, 1996)	MetaDoc (Boyle e Encarnacion, 1994)
KN-AHS (Kobsa et al, 1994)	<i>Adaptive HyperMan (Mathe e Chen, 1994)</i>
<i>Hypadapter (Böcker et al, 1990; Hohl et al, 1996)</i>	<i>HYPERCASE (Micarelli e Sciarrone, 1996)</i>
Sistemas de Ajuda <i>On-Line</i>	
HyPLAN (FOX et al, 1993)	WING-MIT (Kim, 1995)
EPIAIM (de Rosis et al, 1993)	ORIMUHS (Encarnacao, 1995)
Lisp-Ctritic (Fisher et al, 1990)	<i>SYPROS (Gonschorek e Herzog, 1995)</i>
Sistemas de Recuperação/Recolha (<i>retrieval</i>) de Informação	
<i>CID (Boy, 1991)</i>	ORIMUHS (Encarnacao, 1995)
<i>HYPERFLEX (Kaplan et al, 1993)</i>	WebWatcher (Armstrong et al, 1995)
DHS (Shibata e Katsumoto, 1993; Katsumoto et al, 1994, 1996)	<i>Adaptive HyperMan (Mathe e Chen, 1994)</i>
Hipermedia Institucional	
Hynecosum (Vassileva, 1994, 1996)	
Personalização de “vistas”	
Basar (Thomas, 1995; Thomas e Fisher, 1996)	Information Islands (Waterworth, 1994)

- *Sistemas hipermedia educacionais* – corresponde à classe de sistemas mais comum. A sua arquitectura tem fortes raízes nos STIs. A característica principal desta classe é a modelação do aluno nas suas várias dimensões;
- *Sistemas de informação on-line* – Esta classe abrange sistemas que disponibilizam documentação *on-line*. As enciclopédias *on-line* também fazem parte desta categoria. O objectivo principal desta classe de sistemas é fornecer acesso a um conjunto de

informações úteis tendo em conta algumas características do utilizador, nomeadamente, o grau de conhecimento prévio, a experiência e os objectivos;

- *Sistemas de ajuda on-line* – São muito parecidos com a classe anterior. O objectivo principal é ajudar o utilizador a usar um determinado *software*, ferramenta, ambiente de programação, entre outros;
- *Sistemas de recuperação/recolha de informação* – Estes sistemas combinam técnicas de recolha/recuperação de informação com hipertexto. Uma das características destes sistemas é a possibilidade de fornecer conteúdos do hiperespaço usando *links* de grande similitude semântica entre documentos. É prática destes sistemas aconselhar o utilizador a seguir por determinados *links* com base em cálculos específicos para esse fim, ao invés de estar tudo pensado por quem desenvolveu o sistema;
- *Hipermedia institucional* – São sistemas muito orientados à instituição, por exemplo, um hospital ou escola, e por isso, são usados pelo conjunto dos seus funcionários. Estes sistemas tentam ajudar os utilizadores a resolverem tarefas do dia-a-dia evitando perdas de tempo na execução de procedimentos;
- *Sistemas de personalização de “vistas”* – Estes sistemas permitem que o utilizador defina um ambiente personalizado evitando deste modo a complexidade de um hiperespaço global. A personalização de espaços na *Web* requer uma gestão permanente devido ao carácter dinâmico do espaço de informação.

Até 1996, o trabalho de investigação era muito pouco disseminado pela comunidade científica da área do hipertexto. O estado de desenvolvimento dos SHAs era pouco conhecido entre os diversos grupos de investigação. Quando os sistemas de laboratório deram lugar aos primeiros sistemas “reais” de hipermedia, o que sucedeu a partir de 1996, abriu-se o caminho para a investigação de novos métodos e técnicas na área. Por seu lado, a *Web* também trouxe grandes contributos por variadíssimas razões, das quais se destacam: o fácil acesso e o conceito de plataforma que prolonga a “vida” dos sistemas. Estas características contrastavam de um modo significativo com as características dos sistemas pré-*Web* (Brusilovsky, 2001a) sendo, por isso, o ano de 1996 considerado pela comunidade científica um ponto de viragem na investigação dos SHAs, ou seja, o início da segunda geração.

Durante esta geração, a proliferação de sistemas e ferramentas hipermedia adaptativas foi muito expressiva, no entanto, o crescimento não se deu da mesma forma pelas seis áreas, apresentadas anteriormente. Na realidade, cresceram a diferentes velocidades desde 1996, como também se formaram novos grupos e especializações de sistemas.

No início deste milénio, os *sistemas educacionais* (ver tabela 5) e os *sistemas de informação on-line* (ver tabela 6) contribuíram com uma larga fatia entre todos os tipos de sistemas implementados. Um outro tipo de sistemas que também despertou muito interesse pertence à área dos SHAs para *recolha e recuperação da informação* (ver tabela 7). Devido a esse crescimento, esta área passou a incluir sistemas para *gestão de “vistas” personalizadas* como também foram adicionadas mais três especializações: os *sistemas de recuperação/recolha de informação orientados à pesquisa*; os *sistemas de recuperação/recolha de informação orientados à navegação*; os *sistemas de informação*.

Os *sistemas de ajuda on-line* e os *sistemas hipermedia institucional* não obtiveram muita atenção por parte dos investigadores, e uma razão possível, pode estar relacionada com o facto do funcionamento de muitas aplicações do tipo *stand-alone* estarem a cumprir os seus objectivos de um modo satisfatório e não compensar construir versões para a *Web*.

Tabela 5 - SHAs educacionais depois de 1996 [in: (Brusilovsky, 2001a)]

Novas aplicações	
ADI (Schoch et al, 1998)	CHEOPS (Negro et al, 1998)
Medtec (Eliot et al, 1997)	TANGOW (Carro et al, 1999)
AST (Specht et al, 1997)	Arthur (Gilbert e Han, 1999)
AHM (Pilar da Silva, 1998)	PAKMAS (Süßet et al, 1999)
ELM-ART (Weber e Specht, 1997)	PATH (Hockemeyer et al, 1998)
Hy-SOM (Kayama e Okamoto, 1999)	CAMELEON (Laroussi e Benahmed, 1998)
Novas ferramentas	
AHA! (De Bra e Calvi, 1998b)	ART-Web (Weber, 1999)
SKILL (Neumann e Zirvas, 1998)	MetaLinks (Murray et al, 1998)
KBS-Hperbook (Henze et al, 1999)	ACE (Specht e Opermann, 1998)
InterBook (Brusilovsky et al, 1998)	Multibook (Steinacker et al, 1999)

Os sistemas apresentados na tabela 5 pertencem a uma subclasse de sistemas designada “ferramentas de autor” e têm como finalidade principal facilitar as tarefas relativas à

construção de aplicações hipermédia adaptativas. Os autores não precisam de ter conhecimentos prévios da área da programação e por conseguinte, as suas preocupações ficam mais direccionadas para as tarefas de: criação de conteúdos, definição do domínio conceptual, criação de páginas html, entre outras. Na secção 3.4.3 são descritos os principais aspectos destas ferramentas de autor.

Tabela 6 - Sistemas de informação *on-line* depois de 1996 [in: (Brusilovsky, 2001a)]

Sistemas de Informação <i>on-line</i> clássicos
ELFI (Schwab et al, 2000) SWAN (Garlatti et al, 1999) ECRAN Total (Geldof, 1998)
Enciclopédias electrónicas
PEBA-II (Milosavljevic, 1997; Hirashima et al, 1998; Signore et al, 1997)
Quiosques de Informação
AVANTI (Fink et al, 1998)
Museus virtuais
ILEX (Oberlander et al, 1998) Power (Milosavljevic e Oberlander, 1998) Marble Museum (Paterno e Mancini, 1999) SAGRES (Bertoletti e da Rocha Costa, 1999)
Guias de mão
HYPERAUDIO (Not et al, 1998) HIPS (Oppermann e Specht, 1999)
Comércio electrónico
SETA (Ardissono e Goy, 1999) TELLIM (Milosavljevic e Oberlander, 1998; Joerding, 1999)
Sistemas de suporte a tarefas
ADAPTS (Brusilovsky e Cooper, 1999) MMA (Francisco-Revilla e Shipman, 2000; de Carolis et al, 1998)

Tabela 7 - Sistemas de recuperação/recolha de informação entre 1996 e 2001 [in: (Brusilovsky, 2001a)]

Sistemas hiper. de recuperação/recolha de Informação orientados à pesquisa
Sistema clássico no contexto da Web: SmartGuide (Gates et al, 1998) Sistema com filtros de pesquisa: Syskill e Webert (Pazzani et al, 1996; Marinilli et al, 1999)
Sistemas hiper. de recuperação/recolha de Informação orientados à navegação
Aconselhamento adaptativo: WebWatcher (Joachims et al, 1997) Personal WebWatcher (Mladenic, 1996) Anotação adaptativa: Syskill e Webert (Pazzani et al, 1996) IfWeb (Asnicar e Tasso, 1997) Recomendação adaptativa / <i>Closed corpus</i>: SiteIF (Stefani e Strapparava, 1999) PEBA-II (Hirashima et al, 1998, 1999) Recomendação adaptativa / <i>Open corpus</i>: SurfLen (Fu et al, 2000) Letizia (Lieberman, 1995) IfWeb (Asnicar e Tasso, 1997)
Sistemas para gestão de “vistas” personalizadas
Sistemas de marcação adaptativa: WebTagger (Keller et al, 1997) PowerBookmarks (Li et al, 1999) Sitemeer (Rucker e Polanco, 1997)
Serviços de informação
Serviços de pesquisa: FAB (Balabanovic e Shoham, 1997) PEA (Montebello et al, 1998) Edited AH (Höök et al, 1997; Newell, 1997) Serviços com recurso a filtros: ELFI (Schwab et al, 2000) AIS (Billsus et al, 2000)

Com base no conjunto tão significativo de sistemas apresentados nas tabelas anteriores, é possível concluir que a tecnologia *Web*, e mais especificamente os SHAs, despertam bastante interesse na comunidade científica. As novas necessidades criadas pela sociedade

do conhecimento contribuíram fortemente, entre outras coisas, para a criação de SHAs cada vez mais especializados. O comércio electrónico (categoria associada ao negócio electrónico, *e-business*) é um exemplo da evolução destes sistemas. O objectivo é a prestação de serviços personalizada, o que se enquadra muito bem no âmbito dos SHAs.

Depois do aparecimento dos primeiros SHAs foram poucos os sistemas que tiveram aplicação prática em contextos de ensino-aprendizagem baseados na Web. Ao invés, a maioria dos sistemas aplicados ao ensino, em formato de cursos, são do tipo LMS. Este tipo de sistemas tem grandes potencialidades para o ensino-aprendizagem de matérias curriculares, possui várias ferramentas para comunicação síncrona e assíncrona e é relativamente intuitivo quer para os autores quer para os utilizadores finais da plataforma. No entanto, Brusilovsky defende em (Brusilovsky, 2004) que para cada função típica que um LMS realize existe um sistema educacional adaptativo baseado na Web que faz melhor a mesma operação. Acrescenta, também, que o maior desafio para os SHAs da *terceira geração* defronta é a sua capacidade de afirmação no contexto educativo. Os sistemas de segunda geração não foram muito eficazes a esse respeito.

Ultimamente, têm proliferado novas abordagens para a construção de SHAs na tentativa de superar algumas das suas limitações. A integração de standards de interoperabilidade e de reutilização, semântica Web, ontologias, processamento de linguagem natural, são alguns vectores de investigação actuais.

Na secção seguinte, é apresentado um conjunto de métodos e técnicas usados nos SHAs para realizarem adaptação ao utilizador.

3.4.2 Métodos e técnicas usadas nos Sistemas de Hipermedia Adaptativos

Com base na taxonomia apresentada em (Brusilovsky, 2001a), apresenta-se nesta secção, um resumo dos métodos e das técnicas usados desde a construção dos primeiros SHAs.

Método e técnica são dois conceitos que por vezes geram alguma ambiguidade. Método é um conceito de alto nível enquanto que técnica é o modo como o método é implementado. Um método pode ser implementado por mais do que uma técnica. Nos SHAs, as técnicas operam quer sobre a apresentação de conteúdos, quer sobre a navegação através de *links*.

A ideia subjacente à adaptação de conteúdos (*adaptive presentation*) é visualizar conteúdos de uma forma a satisfazer uma, ou mais características do utilizador. O conhecimento prévio, a experiência, os objectivos, os interesses, as preferências, são algumas das características do utilizador que o sistema hipermédia pode usar. Por exemplo, o sistema pode ter mecanismos para diferenciar utilizadores no que respeita ao grau de conhecimento sobre um determinado assunto. Para os que evidenciem menos conhecimento, o sistema poderá juntar explicações adicionais ao conteúdo das páginas. No caso de utilizadores com mais conhecimento, essas explicações podem ser simplesmente omitidas ou eliminadas.

A adaptação de conteúdos contempla três subclasses (ver figura 4): a *apresentação adaptativa de multimédia* (*adaptive multimedia presentation*), *apresentação adaptativa de texto* (*adaptive text presentation*) e *adaptação da modalidade* (*adaptation of modality*). Para o presente trabalho, a classe do tipo *apresentação adaptativa de texto* merece especial destaque. Duas razões que justificam este interesse são, por um lado, o tipo de aplicação hipermédia escolhida no âmbito do trabalho desta dissertação, e por outro lado, por se tratar do tipo de tecnologia de hipermédia adaptativa mais estudada pela comunidade científica.

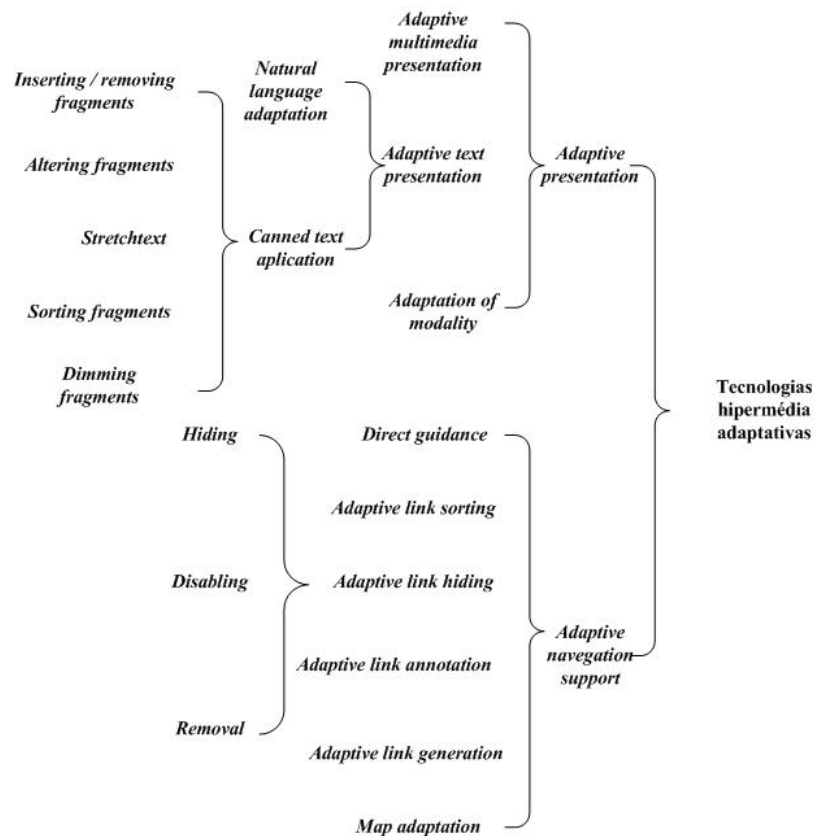


Figura 4- Tecnologias de adaptação em hipermédia adaptativa [in: (Brusilovsky, 2001a)]

Os três principais métodos usados nos SHAs são:

- *Explicações (comparativas, adicionais e pré-requisitos) (additional explanations; prerequisite explanations; comparative explanations);*
- Variantes de explicações (*explanation variants*);
- Ordenação (*sorting*);

A tabela 8 apresenta um resumo destes métodos.

Tabela 8- Descrição dos métodos de adaptabilidade para os SHAs

Método		Objectivo
Explicações	adicionais	Fornecer informação adicional, explicações sucintas, exemplos, etc. O sistema também pode eliminar as mesmas explicações quando não se justifica mantê-las.
	pré-requisitos	Fornecer informação adicional se determinados pré-requisitos não forem satisfeitos. Normalmente, esta técnica é usada para o utilizador prosseguir a leitura numa página com o objectivo de compensar a falta de pré-requisitos.
	comparativas	Fornecer informação adicional sobre conceitos similares, ou que contrastem, em relação ao conceito da página corrente.
Variantes de explicações (<i>explanation variants</i>)		Fornecer informação variando a apresentação ou mesmo algum tipo de elemento multimédia. Por exemplo, substituir ou incluir, termos muito técnicos.
Ordenação		Fornecer informação ordenada por algum critério, por exemplo, da mais relevante para a menos relevante. É mais utilizado quando estes fragmentos não têm uma ordem específica para serem visualizados.

Na literatura são identificadas cinco técnicas para implementar os métodos acima referidos, encontrando-se uma descrição das mesmas na tabela 9.

Recentemente, têm surgido mais variantes em relação a algumas das técnicas mais tradicionais, nomeadamente, a técnica de *esconder fragmentos* e a técnica de tornar *fragmentos “inactivos”*. Segundo Brusilovsky (Brusilovsky, 2001a) este conjunto de técnicas poder-se-ia designar de tecnologia de “esconder” fragmentos.

Tabela 9 - Descrição das técnicas quanto à adaptabilidade de conteúdos para os SHAs

Métodos	Técnica	Descrição
Explicações adicionais	Eliminar / Remover fragmentos	O sistema só apresenta um determinado fragmento se determinada condição, ou condições forem verdadeiras. Esta técnica pode servir para “simular” as outras quatro técnicas.
Variantes de explicações	Alterar fragmentos	Para a utilização desta técnica, o sistema necessita de guardar várias apresentações do mesmo fragmento para que possa “escolher” o mais indicado num determinado momento.
Explicações adicionais; Variantes de explicações; Pré-requisitos	“Alongar” texto (stretchtext)	Quando o utilizador clica numa parte do texto exibido numa página, o sistema pode “abrir” ou “fechar” um espaço nessa mesma área para mostrar ou esconder texto, respectivamente.
Ordenação	Ordenar fragmentos	Os fragmentos são ordenados segundo um ou mais critérios, os quais devem estar dependentes das características do utilizador, por exemplo, dependente do conhecimento prévio.
	“Ofuscar” fragmentos (dimming fragments)	Modo de retirar ênfase a um fragmento que não tem qualquer relevância para o utilizador. Trata-se de uma técnica mais recente em relação às restantes. Não se enquadra nos métodos anteriores.

Relativamente às técnicas de suporte à navegação adaptativa, é possível destacar oito técnicas. A tabela 10 apresenta uma descrição sucinta das características de cada uma.

Tabela 10 - Descrição das técnicas quanto à adaptabilidade de links para os SHAs

Técnica	Descrição
Aconselhamento directo (Direct Guidance)	Esta técnica acompanha de muito perto o utilizador dando-lhe indicações sobre o “melhor nó” para visitar a seguir. Não é um processo estático, uma vez que tem por base o modelo do utilizador.
Ordenação de links (link sorting)	Executa a ordenação de links numa página particular de acordo com o modelo do utilizador e um objectivo “global”. Nos sistemas de recolha de informação, esta técnica é usual.
Esconder link (link hiding)	Esconder link Esta técnica permite esconder links que não tenham relevância num determinado momento. Pode ser implementada através de alterações da cor dos elementos “âncora” existentes numa página.
	Eliminar link Permite remover links indesejados. Esta técnica é mais adequada para elementos do tipo lista ou índice, e não tanto para texto.
	Desactivar link Esta técnica é baseada na ideia de que a “funcionalidade do link” deve ser removida. Esta técnica precisa de recorrer a uma das seguintes técnicas: esconder link ou anotação de

	<i>links</i> .
Anotação de links (em inglês: <i>link annotation</i>)	Permite adicionar alguma informação extra, por exemplo, um comentário sobre um <i>link</i> . Esta técnica pode dar informações ao utilizador sobre o estado corrente (por exemplo: o grau de relevância) das páginas para as quais os <i>links</i> apontam.
Geração de links (em inglês: <i>link generation</i>)	Esta técnica inclui três situações: descoberta de <i>links</i> , geração de <i>links</i> através de critérios de similaridade, e recomendação dinâmica de <i>links</i> relevantes. Tem muito interesse para sistemas que têm como objectivo fornecer recomendações ao utilizador.
Adaptação de mapa (em inglês: <i>Map adaptation</i>)	Usada quando o conteúdo e a sua apresentação através de uma estrutura de <i>links</i> precisa de ser adaptada durante a interacção utilizador-sistema.

Concluindo esta secção, deve-se realçar que o objectivo não é utilizar o maior número de técnicas para tornar os sistemas mais adaptativos. O maior desafio é escolher a combinação de técnicas que respondam satisfatoriamente às expectativas do utilizador sem aumentar a sobrecarga cognitiva e com tempos de resposta curtos.

3.4.3 Ferramentas de autor usadas para a criação de Sistemas Hipermedia Adaptativas

As ferramentas de autor no âmbito dos SHAs proporcionam funcionalidades para construção de aplicações adaptativas de uma forma mais rápida do que no modelo tradicional de programação. Conforme referido na secção 3.4.1, os autores não precisam de ter conhecimentos prévios da área da programação e, por conseguinte, as suas preocupações ficam mais direccionadas para as tarefas de: criação de conteúdos, definição do domínio conceptual, construção de páginas html, entre outras.

Este tipo de ferramentas tem tido maior visibilidade para a construção de cursos com suporte na *Web* e de certa forma aproximam-se das ferramentas comerciais, tais como *WebCT*, *Moodle*, entre outras. No entanto, normalmente não são tão fáceis de manusear.

O autor de uma aplicação hipermedia adaptativa tem de definir três importantes módulos:

- Módulo do domínio – Contém a informação da aplicação. Inclui o conteúdo propriamente dito, fragmentos, elementos multimédia, relações entre conceitos/nós do hiperespaço;
- Módulo do utilizador – Contém as características do utilizador que são importantes para a adaptação;
- Módulo da adaptação – Contém as regras para o sistema proceder à actualização do perfil do utilizador com base no comportamento do mesmo.

Diferentes ferramentas possuem geralmente características e funcionalidades diferentes. A escolha de uma ferramenta é, por si só, uma tarefa laboriosa. Dependendo dessa escolha, o trabalho do autor pode ser mais ou menos facilitado como também, e principalmente, os objectivos do autor podem ser, ou não, atingidos. Uma ferramenta que não disponibilize uma determinada técnica pode, por essa razão, ter que ser excluída do leque das opções. Do mesmo modo, se o processo de construção da aplicação for muito moroso pode redundar em cansaço e por fim desânimo. O sucesso da aplicação final depende de todo este conjunto de questões. Conforme será apresentado no capítulo 5, o sistema AHA! (*“Adaptive Hypermedia Architecture”*) (De Bra et al., 2006), disponibiliza uma ferramenta de alto nível (opcionalmente o autor também pode optar por trabalhar a mais baixo nível) que permite a construção de todo o hiperespaço através de uma interface gráfica de fácil manipulação. O grau de complexidade de construção da aplicação é tanto maior quanto as especificações que o autor pretende implementar.

Dada a relativa rapidez na construção de aplicações hipermedia adaptativas com recurso a este tipo de ferramentas, é natural que tenham surgido recentemente várias plataformas para essa finalidade. Na tabela 11 é mostrado um conjunto significativo de ferramentas de autor em complemento das já apresentadas na tabela 5.

Tabela 11- Ferramentas de autor construídas durante a última década

Ferramentas de autor	
MEDEA (Trella et al, 2005)	MOT (Cristea e De Mooij, 2003)
Web DCG (Vassileva, 1998)	Sigue (Carmona et al, 2002)
AHA! (De Bra, Smits, Stash, 2006)	MetaLinks (Murray, 2002)
AdaptWeb (Oliveira et al, 2003)	BOLEROW (Carro et al, 2000)
ALE (Specht et al, 2002)	ATLAS (Macías et al, 2003)
MacroNodeEditor (Patrelli et al, 2000)	SKILL (Neumann e Zirvas, 1998)
ECSAIWeb (SanRach et al, 2000)	NetCoach (Weber et al, 2001)

Em (Brusilovsky, 2003) é apresentado um estudo mais aprofundado sobre as características e modelos de ferramentas de autor. Para um estudo comparativo entre algumas das ferramentas mais conhecidas, consultar (Lucas et al., 2005).

No trabalho efectuado no âmbito desta dissertação, a ferramenta AHA! foi a seleccionada para a criação da aplicação hipermedia adaptativa dadas as suas características e funcionalidades, ambas apresentadas de uma forma mais detalhada no capítulo 5.

No capítulo seguinte descreve-se o modelo de ensino-aprendizagem proposto.

4 Descrição do modelo de ensino-aprendizagem

Este capítulo destina-se a apresentar o modelo de ensino-aprendizagem proposto, mais especificamente, o Modelo de Ambiente de Aprendizagem Inteligente, ILEM (*Intelligent Learning Environment Model*), num contexto semi-presencial. Serão descritos como funcionam os cenários, presencial e on-line, terminando este capítulo com a descrição do algoritmo que implementa a adaptação ao aluno.

4.1 Introdução

A ideia inicial que a inteligência é uma única habilidade, a qual pode ser traduzida simplesmente por um número, foi refutada pelos investigadores das teorias de inteligência modernas. Conforme referido no capítulo 2, as várias teorias neocognitvistas da inteligência defendem a subdivisão da inteligência em vários tipos de inteligências alargando as suas implicações ao nível académico, profissional e ao longo da vida.

No seguimento destas recentes teorias, designadamente, a Teoria das Inteligências Múltiplas de Howard Gardner, as Teorias da Inteligência Emocional de Peter Salovey e David Caruso, e de Daniel Goleman (Goleman, 1995), e a Teoria Triárquica da Inteligência (de Sucesso) de Robert Sternberg, ocorre a ideia que o processo de ensino-aprendizagem actual precisa de ser repensado. Nesse sentido, o modelo ILEM pretende de certa forma contribuir para essa tarefa. Conforme referido no capítulo 1, o ILEM tem por base a teoria TTI, a qual foi apresentada na secção 2.3.

Resumidamente, a Teoria Triárquica da Inteligência (TTI) (Sternberg, 1985) é uma teoria dos indivíduos e das suas relações com o seus os “mundos internos”, os seus “mundos externos” e as experiências vividas como mediadores dos seus mundos individuais. Segundo Robert Sternberg, a inteligência deve desdobrar-se em três (triárquica) subcategorias, designadamente, a subcategoria “inteligência analítica”, a subcategoria “inteligência prática” e a subcategoria “inteligência criativa”. A inteligência analítica é aplicada às habilidades de: análise, avaliação, comparação, confronto de pontos de vista, entre outras. Quanto à inteligência criativa, é usada para a pessoa criar, inventar ou descobrir. Por sua vez, a inteligência prática é usada para tomar de decisões bem formadas (Sternberg e Grigorenko, 2003).

De acordo com Sternberg e Grigorenko, os métodos tradicionais de ensino favorecem os alunos com grande capacidade de memorizar e com competências essencialmente analíticas. Segundo os mesmos autores, as competências: prática e criativa, também devem ser exercitadas, para que as pessoas possam responder com sucesso a diferentes tipos de situações. Por exemplo, uma situação onde é mais adequada uma resposta criativa pode resultar num total fracasso, se for dada, para a mesma situação, uma resposta analítica, mesmo que muito boa se apresente. Segundo os autores, um aluno com perfil predominantemente analítico, por exemplo, terá que trabalhar mais as outras duas competências sem desprezar, no entanto, o conhecimento analítico. Não é tanto como o aluno gostaria de aprender mas aprender usando várias competências. Para Sternberg, as pessoas plenamente inteligentes apresentam um equilíbrio entre esses três tipos de pensamento.

Conforme temos vindo a referir, Sternberg e Grigorenko defendem uma metodologia de ensino e avaliação triárquicas para o sucesso académico e profissional. Sublinham também, o que *não* deve ser esse mesmo ensino e avaliação (Sternberg e Grigorenko, 2003):

- Ensinar algo de três maneiras;
- Forçar o material a se adaptar a um canal específico de apresentação;
- Sacrificar o conhecimento em prol das habilidades de pensamento;
- Igualar os resultados para todos os alunos.

O modelo triárquico insiste em que devemos maximizar, e não igualar, os resultados de todos os alunos. O modelo não reivindica a realização igual de todos os alunos, nem pretende eliminar as diferenças individuais. Importante é que cada aluno desenvolva não apenas os seus pontos fortes, como também corrija ou compense os seus pontos fracos.

Sternberg e seus colegas (Sternberg e Grigorenko, 2003; Sternberg et al., 1998) realizaram vários estudos comparativos entre o ensino triárquico e o ensino tradicional. Concluíram que o primeiro modelo pode melhorar os resultados dos alunos em relação ao segundo, e uma das razões apontadas é o maior envolvimento de *todos* os alunos na realização das tarefas.

O modelo de ensino-aprendizagem, apresentado a seguir, pretende de certa forma aproximar-se desta abordagem e tem como principal objectivo motivar todos os alunos num contexto de sala de aula, mantendo-os empenhados durante a resolução de actividades quer solicitadas pelo docente quer solicitadas pela própria aplicação.

4.2 Modelo de ensino-aprendizagem

Conforme referido na secção anterior, o modelo ILEM, em seguida apresentado, baseia-se na TTI.

Este modelo de ensino-aprendizagem segue o seguinte princípio: “Balanceamento, na esfera pessoal e da turma, de actividades analíticas, práticas e criativas no contexto da sala de aula”. O contexto da sala de aula divide-se numa componente *on-line* e numa componente presencial. A interacção aluno-aplicação pertence à componente *on-line* do modelo, enquanto que o trabalho em grupo pertence à componente presencial.

Os dois cenários complementares de ensino na sala de aula têm como objectivo contribuir para melhorar o sucesso dos alunos na aprendizagem de matérias curriculares, respeitando, por uma lado, o ritmo individual de aprendizagem dos alunos, e por outro lado, usufruindo dos benefícios do trabalho de grupo. Trabalhar em grupo traz um leque superior de vantagens em relação ao trabalho conjunto de toda a sala. Por exemplo, a crítica inter-grupos, a gestão das relações inter e intra-grupos, o confronto de ideias, o contraste de pontos de vista são competências importantes quer a nível académico quer a nível profissional.

Para além das componentes acima descritas, o modelo possui uma componente de avaliação dos conhecimentos transversal às outras duas componentes. Essa componente permitirá automatizar o processo de adaptação ao utilizador durante a sua interacção com a aplicação hipermédia adaptativa. Os passos principais do algoritmo que realiza a adaptação são apresentados na secção 4.2.5.

O modelo de ensino-aprendizagem ILEM encontra-se estruturado em dois níveis (ver figura 5), nível conceptual e nível de implementação.

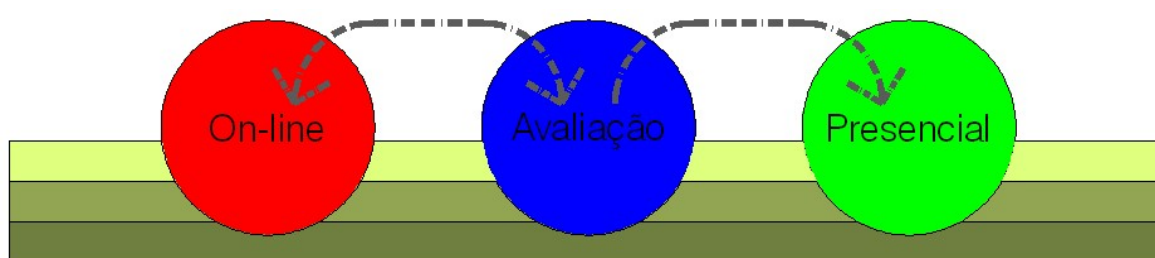


Figura 5 - Modelo ILEM

No nível conceptual (base da figura) existe todo o material de ensino-aprendizagem triárquico (ver secção 4.2.4) desenvolvido pelo autor/docente; a informação sobre as características (atributos) relevantes do aluno; a informação sobre o mecanismo de adaptabilidade ao aluno. Este nível é da responsabilidade da pessoa responsável por conceber todo o domínio da aplicação e também de imaginar o algoritmo (as regras) de adaptabilidade.

No nível de implementação, alicerçado no nível conceptual, são definidos igualmente três componentes: a *componente on-line*, a *componente presencial* e a *componente de avaliação*.

A componente *on-line* diz respeito à aplicação hipermédia adaptativa. A componente presencial envolve o trabalho em grupo planeado pelo autor/docente. Por seu lado, a componente de avaliação engloba qualquer forma de avaliação triárquica quer seja aplicada à parte *on-line* quer seja aplicada à parte presencial. Enquanto que, na parte *on-line* é a própria aplicação hipermédia a avaliar os conhecimentos do aluno e a “alimentar” o próprio algoritmo que executa a adaptação, na parte presencial, é o docente que lança as actividades, individuais ou em grupo para avaliação triárquica. Os resultados desta avaliação, apesar de poderem ser parcialmente adicionados à aplicação hipermédia adaptativa, ainda não pode ser feito na sua plenitude uma vez que, a aplicação precisa de mais alguns refinamentos para poder ler todos os parâmetros necessários ao algoritmo que efectua a adaptação.

4.2.1 Metodologia

A metodologia apresentada a seguir tem como objecto uma sequência de tópicos definida pelo autor/docente podendo a mesma fazer parte do programa de uma disciplina, curso ou módulo. Os métodos de ensino-aprendizagem e a construção de todo o material de ensino-aprendizagem, onde se incluem as páginas e todo o conjunto de actividades que servem de “veículo” de comunicação do material de ensino, foi planeada com base nas instruções apresentadas em (Sternberg e Grigorenko, 2003). Seguidamente, são descritos os passos principais da metodologia, conforme se apresenta na figura 6.

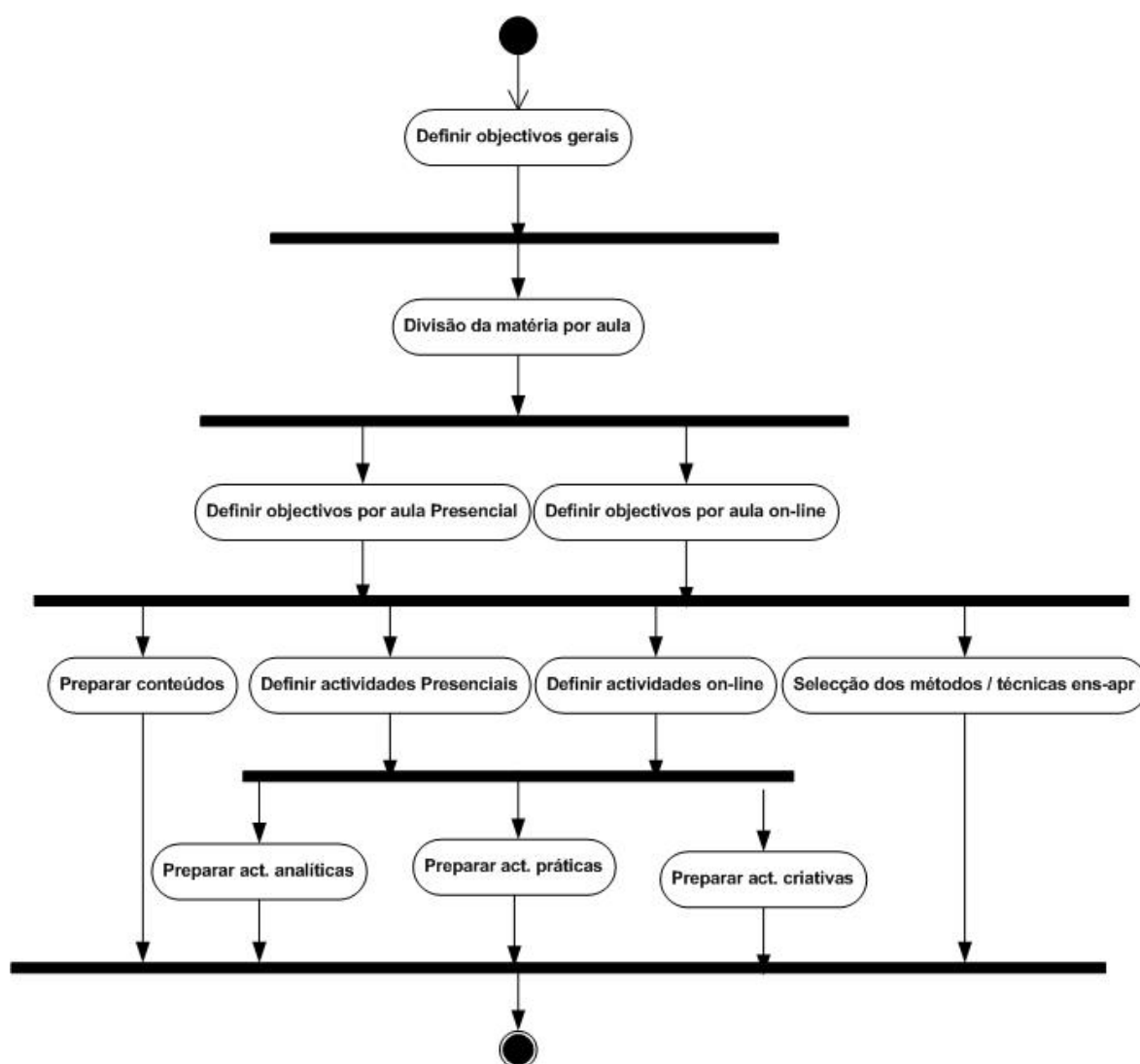


Figura 6- Metodologia inerente ao modelo ILEM

Em primeiro lugar, é necessário definir os objectivos gerais para o curso, disciplina ou módulo. Em seguida é necessário seleccionar a matéria a leccionar e consequentemente, o

seu escalonamento, aula a aula. Estando o programa curricular subdividido em tópicos e por aula, o passo seguinte, diz respeito à definição dos objectivos específicos também para cada aula, mas agora separandos por componente (presencial e *on-line*).

A partir deste momento, o docente/autor necessita de fazer um planeamento mais detalhado. Esta tarefa engloba várias subtarefas que necessitam de ser executadas por vezes de forma paralela. Criar os conteúdos tem de ser pensado juntamente com as actividades (presenciais e *on-line*) de aprendizagem, uma vez que as actividades são “vistas” neste modelo como uma forma de dar o conteúdo e não como forma de complementaridade. “Actividade de aprendizagem” neste contexto significa “qualquer tarefa analítica, prática ou criativa”, por exemplo, leituras, testes de avaliação, resolução de exercícios”, entre outras. No modelo proposto, as tarefas de leitura e resolução de exercícios estão mais orientadas para as actividades *on-line*, enquanto que as actividades de grupo são englobadas na parte das actividades presenciais. As actividades de avaliação, também triárquicas, envolvem ambas as partes.

Inseparável à construção dos conteúdos e das actividades estão os métodos e técnicas de ensino-aprendizagem. O docente deve determinar com coerência a sequência ou sequências de técnicas mais ajustadas a cada tópico da matéria. Por exemplo, o autor pode achar mais adequado planear uma actividade do tipo analítico ou prático para um dado assunto, e depois decidir a técnica ou técnicas mais ajustadas a cada caso. Na componente presencial, é o docente que propõe as actividades aos alunos enquanto que na componente *on-line*, é a aplicação que propõe as actividades dentro das disponibilidades que tem e de acordo com o tipo de actividade que o aluno necessita de exercitar mais.

Nas duas secções que se seguem, descreve-se com mais detalhe cada um dos cenários do modelo.

4.2.2 O cenário *on-line*

Na planificação de cada aula, o docente deve reservar um período de tempo para os alunos individualmente poderem interagir com a aplicação de uma forma independente.

O objectivo é permitir que todo o conteúdo alocado para a aula possa ser consultado pelo aluno e este esforço seja mais do domínio individual. O conteúdo engloba páginas de texto como também outras actividades que a própria aplicação aconselha.

A aplicação fornece sugestões sobre o tipo de actividade ou actividades (analítica, prática e criativa) mais adequadas ao aluno, recorrendo aos resultados anteriores obtidos por este através da realização de actividades de aprendizagem *on-line*. A sugestão é fornecida através da cor do *link* indexado a cada actividade. Na aplicação:

- A cor azul informa o aluno que essa actividade é uma boa sugestão;
- A cor vermelha escura indica que é uma boa opção apesar do aluno já ter resolvido, pelo menos uma vez, a referida actividade;
- O link é “escondido”, ficando com uma apresentação idêntica ao texto normal, o que indica que o conteúdo destino não é uma boa sugestão.

O critério de adaptação não existia implementado na plataforma e por essa razão será apresentado na secção 4.2.5.

Conforme será mostrado mais detalhadamente no capítulo 5, a aplicação adapta quer conteúdos quer *links* ao longo da malha de páginas que disponibiliza. Para o primeiro caso, foi utilizada a técnica de inserção/eliminação de fragmentos e a técnica de alteração de fragmentos. No segundo caso, foi utilizada a técnica de anotação de *links* adaptativos (ver secção 3.4.2) a qual foi também estendida aos *ícones* do mapa dos conteúdos (índice) que a própria aplicação gera. A alteração da cor dos *links* e dos *ícones* é uma técnica que a própria plataforma AHA! disponibiliza. Através desta última técnica, a aplicação pode informar o aluno se preenche os requisitos para visitar uma determinada página e paralelamente, também pode fornecer-lhe indicações sobre se uma determinada actividade deve, ou não, ser escolhida, ou seja, se é adequada.

Resumindo, o cenário *on-line* tem como objectivo principal proporcionar um método de ensino que permita ao aluno fazer uma aprendizagem mais ao seu ritmo, embora numa sala de aula o factor tempo tenha restrições. No início da aula, o docente solicita o estudo de um determinado assunto aos alunos. Em consequência, eles devem visitar as páginas da aplicação correspondentes. A aplicação por sua vez, pode adicionar ou remover objectos/fragmentos às páginas como também fazer propostas personalizadas de

actividades de aprendizagem, categorizando-as consoante o tipo: analítico, prático e criativo. A aplicação sugere ao aluno uma actividade, no máximo três, referente à categoria que necessita de praticar mais. Em termos gerais, a actividade proposta ou actividades propostas, são aquelas onde o aluno mostrou piores resultados. O objectivo é equilibrar e se possível maximizar o nível de conhecimento para cada componente da inteligência.

Na versão corrente da aplicação, as propostas de actividades estão no formato de exercícios de escolha múltipla.

4.2.3 O cenário presencial

A parte presencial de cada lição tem como objectivo complementar as actividades realizadas *on-line* e nesse sentido, os alunos devem realizar essencialmente trabalhos em grupo.

As actividades presenciais também devem ser categorizadas triarquicamente. Encontrar explicações, descobrir problemas, criticar soluções, apresentar soluções, encontrar formas alternativas, são alguns exemplos de propostas de actividades que os alunos podem realizar presencialmente.

O trabalho em grupo tem várias valências: a individual, a intragrupo e a intergrupos. A partir destas três valências, o aluno pode ele próprio conhecer melhor os seus pontos fracos e tentar assim, corrigi-los. Partilhar ideias, saber ouvir outras opiniões, trabalhar emoções, ultrapassar problemas de relacionamentos, são alguns exemplos de competências que num trabalho em grupo podem revelar características da personalidade de cada aluno.

Ensinar os alunos a utilizar comentários críticos de outros colegas na melhoria do seu próprio conhecimento e a fazer críticas úteis ao trabalho dos outros, são mais algumas competências de grande valia para a vida profissional e, de uma forma geral, ao longo da vida.

Resumidamente, o trabalho em grupo para além de proporcionar uma forma de aprendizagem de conteúdos, desenvolve relações entre os alunos e desta forma pode contribuir para “combater” diferentes tipos de limitações, como por exemplo, o problema de isolamento em relação aos colegas, de partilha de ideias e de pontos de vista. Colaborar também é uma aprendizagem.

4.2.4 Material de ensino triárquico

O material de ensino triárquico engloba toda a informação a preparar pelo autor/docente para uma disciplina, curso ou módulo. Na prática, o material de ensino inclui os textos on-line, textos escritos, actividades *on-line* e as actividades presenciais. As actividades podem variar muito, desde a resolução de exercícios propostos, estudo de exemplos, resolução de exercícios de escolha múltipla, entre outras. A tarefa mais difícil é encontrar materiais que sejam adequados para o desenvolvimento das capacidades específicas (analítica, criativa e prática) (Sternberg e Grigorenko, 2003).

Uma questão que o autor/docente tem também de tomar em linha de conta quando prepara o material de ensino é a classificação das actividades segundo o modelo triárquico. Dividir as actividades em analíticas, práticas ou criativas é essencial ao modelo. Conforme referido anteriormente, o ensino de conteúdos não deve ser forçado a uma determinada categoria. Se para um dado tópico não for adequada uma actividade criativa, simplesmente deve-se optar por outro tipo de actividade, prática ou criativa, ou ambas.

4.2.5 Algoritmo proposto

Conforme referido anteriormente, a aplicação sugere ao aluno exercícios de escolha múltipla do tipo analítico, prático e criativo.

O algoritmo responsável por este tipo de adaptação personalizada necessita de informação armazenada no modelo do aluno, nomeadamente, os valores da *performance* do aluno às três componentes da inteligência. Esses valores são calculados com base nos resultados obtidos através da resolução de exercícios de escolha múltipla.

O algoritmo funciona como um sistema de bónus e de penalizações, isto é, para cada condição verificada, é incrementado, ou não, um dado bónus numa componente de inteligência. A quantidade de bónus representa a quantidade de requisitos validada com informação proveniente do modelo do aluno.

Sendo assim, quando o aluno visita uma página que tenha além de texto, actividades para realizar, o motor do AHA! antes mesmo de visualizar a página vai executar as regras que lhe são fornecidas pelo modelo de adaptação. Neste modelo estão também as regras referentes ao algoritmo proposto para realizar a adaptação de conteúdos/navegação.

O algoritmo começa por colocar a zero os requisitos de cada uma das componentes: analítica, prática e criativa. No passo seguinte, calcula a quantidade de requisitos verificada para cada componente. Nesse sentido, são executados vários testes, conforme é mostrado no passo 2 do algoritmo da figura 7. Depois de contabilizados os requisitos, o algoritmo actualiza o atributo referente à prioridade/adequabilidade de cada actividade visualizada na página. A sugestão é transmitida ao aluno alterando a cor do *link* existente no hipertexto conforme explicado na secção 4.2.2. Dependendo dos progressos do aluno, um *link* que num determinado momento não é uma boa sugestão pode sê-lo mais tarde.

Algoritmo	Comentários/Observações
0. Início	
1. Inicializar a zero os requisitos de cada uma das componentes	Uma variável <i>requisito</i> por cada uma das componentes: analítica, prática e criativa, de um dado aluno.
2. Calcular os requisitos	
Para cada uma das componentes testar	
Se o valor da componente X for inferior ou igual ao valor da componente Y	$X, Y \in \{\text{Analítica, Prática, Criativa}\}$
Então incrementar 3 aos requisitos da componente X	$X \neq Y$
Se a actividade do tipo X foi escolhida um número menor ou igual de vezes à actividade do tipo Y	As actividades são escolhidas pelo aluno.
Então incrementar 1 aos requisitos da componente X	$X, Y \in \{\text{Analítica, Prática, Criativa}\}$
Se a actividade do tipo X foi escolhida nas duas últimas interacções	$X \neq Y$
Então atribuir 0 aos requisitos da componente X	$X \in \{\text{Analítica, Prática, Criativa}\}$
3. Atribuir prioridades a cada tipo de actividades	Prioridade indica o tipo de sugestão que a aplicação irá fornecer ao aluno.
Para cada uma das componentes testar	
Se a quantidade de requisitos para a componente do tipo X for superior ou igual à homóloga do tipo Y e superior ou igual à homóloga do tipo Z	$X, Y, Z \in \{\text{Analítica, Prática, Criativa}\}$
Então a actividade do tipo X é mais adequada	$X \neq Y \neq Z$
4. Fim	Mais adequada significa que o <i>link</i> é de cor azul ou vermelho escuro, dependendo da quantidade de vezes que o <i>link</i> destino foi visitado (0 ou superior).

Figura 7 - Descrição do algoritmo proposto

Depois do aluno realizar uma actividade, o modelo do aluno é actualizado do seguinte modo:

- A classificação obtida a uma actividade do tipo X é adicionada ao valor do componente do tipo X do aluno e em seguida, é calculada a média aritmética. O resultado é novamente atribuído à componente do tipo X.

No capítulo seguinte, dedicado a aspectos de foro técnico, é apresentada a ferramenta AHA! descrevendo-se a seguir cada uma das fases da construção da aplicação hipermédia adaptativa.

5 Concepção e desenvolvimento da aplicação hipermédia adaptativa

Este capítulo é dedicado aos aspectos de implementação, e nesse sentido, começa-se por apresentar as características, juntamente com a arquitectura, do Sistema Hipermédia Adaptativo AHA!. A seguir, descreve-se todas as fases que envolveram a construção da aplicação hipermédia adaptativa proposta. Finaliza-se este capítulo, mostrando os resultados da avaliação ao modelo ILEM.

5.1 O sistema AHA!

O sistema AHA! é uma plataforma *Open Source* com suporte na *Web*, desenvolvida na Universidade de Tecnologia de Eindhoven. Esta plataforma foi utilizada pela primeira vez em 1996, para a preparação de um curso on-line sobre o tópico Hipermédia (De Bra e Calvi, 1998). A partir dessa data, já sofreu várias alterações e extensões encontrando-se actualmente na sua versão 3.0 (De Bra et al., 2006). Esta arquitectura é adequada a vários domínios tendo sido, no entanto, o domínio do ensino o mais escolhido.

AHA! realiza adaptação ao nível de conteúdos e ao nível da navegação em documentos (x)html e xml. Do conjunto de técnicas de apresentação de conteúdos que implementa, salienta-se a *inclusão de objectos* e ou *fragmentos* (De Bra et al., 2003). Esta técnica é muito interessante e de grande utilidade prática na medida em que possibilita a substituição ou adição de elementos da página (x)html durante a interacção utilizador-sistema. Esse procedimento está dependente de requisitos estabelecidos pelo autor da aplicação. Do lado das técnicas de navegação, realça-se a técnica de *anotação de links/links condicionais*. Esta técnica tem como objectivo alterar a cor dos *links* com base em condições definidas pelo autor da aplicação. Na secção 5.1.2 é apresentado com mais detalhe, o conjunto de funcionalidades adaptativas do AHA!.

A criação de aplicações (De Bra et al., 2006a) com suporte na plataforma AHA! engloba vários processos básicos, designadamente, preparação do domínio conceptual, construção do comportamento adaptativo (regras de adaptação) e definição do modelo do utilizador. O autor pode, no entanto, adicionar outras regras de adaptação para concretizar os seus objectivos. Nesse caso, o autor tem obrigatoriamente de conhecer com mais detalhe o

AHA!. O algoritmo proposto para realizar a adaptação ao aluno, apresentado na secção 4.2.5, é construído através de regras que tiveram de ser criadas para o objectivo deste trabalho (ver 5.2.2).

Aos utilizadores finais é simplesmente mostrado um sítio Web normal mas enriquecido com uma complexidade de mecanismos de adaptação. Da interacção entre o utilizador e a aplicação resulta a actualização do modelo do utilizador, o qual pode ser armazenado num ficheiro xml ou na base de dados mySQL.

5.1.1 Arquitectura do AHA!

A arquitectura do AHA! está dividida em várias componentes, conforme se mostra na figura 8.

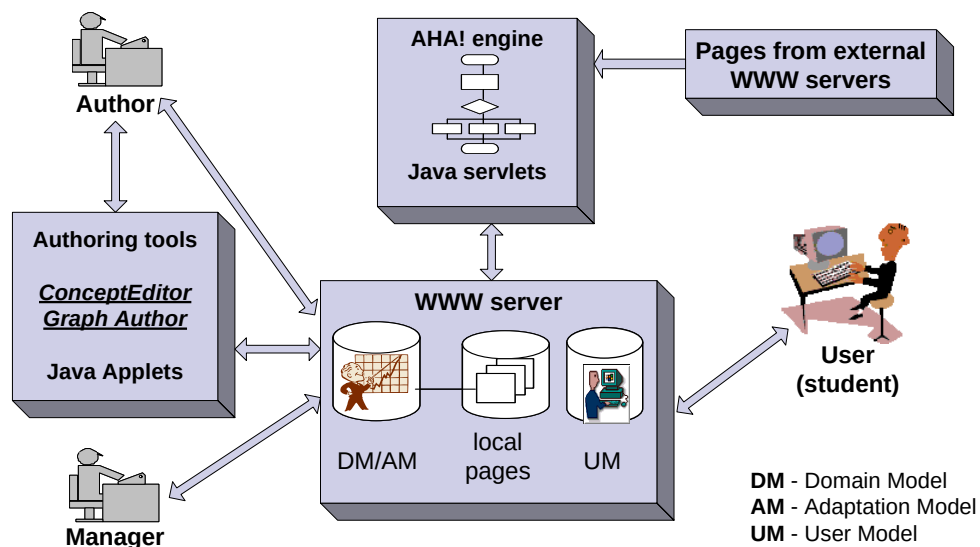


Figura 8 – Arquitectura do sistema AHA! (Stash e De Bra, 2004)

A componente *AHA! engine* consiste em *Java Servlets* que são activadas quando o *servidor Web* recebe um pedido *http* através do *browser*. O utilizador/aluno solicita as páginas, clicando nos *links*, e a seguir, o AHA! fornece as páginas que correspondem a esses *links*. No entanto, para gerar essas páginas, o AHA! usa informação que se encontra no *Modelo do Domínio* (MD) (*Domain Model* – DM), no *Modelo do Utilizador* (UM) (*User Model* – UM) e no *Modelo de Adaptação* (MA) (*Adaptation Model* – DM).

O MD contém todo o domínio da aplicação. Este domínio consiste em *conceitos* e nas *relações inter-conceitos* (ver figura 9). No AHA!, para cada página a ser visualizada no *browser* tem de existir um conceito correspondente. Os conceitos são colocados numa estrutura hierárquica criada pelo autor, classificada, por exemplo, por capítulos, secções ou tópicos. A partir dessa estrutura, o AHA! propaga “conhecimento”, de conceito para conceito até ao nó mais externo da hierarquia. Através da mesma estrutura, o AHA! gera e apresenta uma tabela de conteúdos na aplicação. Os conceitos estão normalmente ligados através de relações. Na área do ensino, a relação mais frequentemente utilizada é a *relação de pré-requisito* por razões óbvias: quando um conceito A é pré-requisito de um conceito B, o utilizador deve ser informado (ou “forçado”) a estudar tudo sobre o conceito A antes de poder passar ao conceito B. No AHA!, as relações de pré-requisitos resultam em alterações nas cores dos ícones e/ou *links* existentes no hipertexto. A relação de pré-requisitos, juntamente com outras, já está predefinida na plataforma. Conforme referido anteriormente, o autor poderá utilizar as relações existentes como também criar as suas relações para a sua aplicação de hipermédia adaptativa.

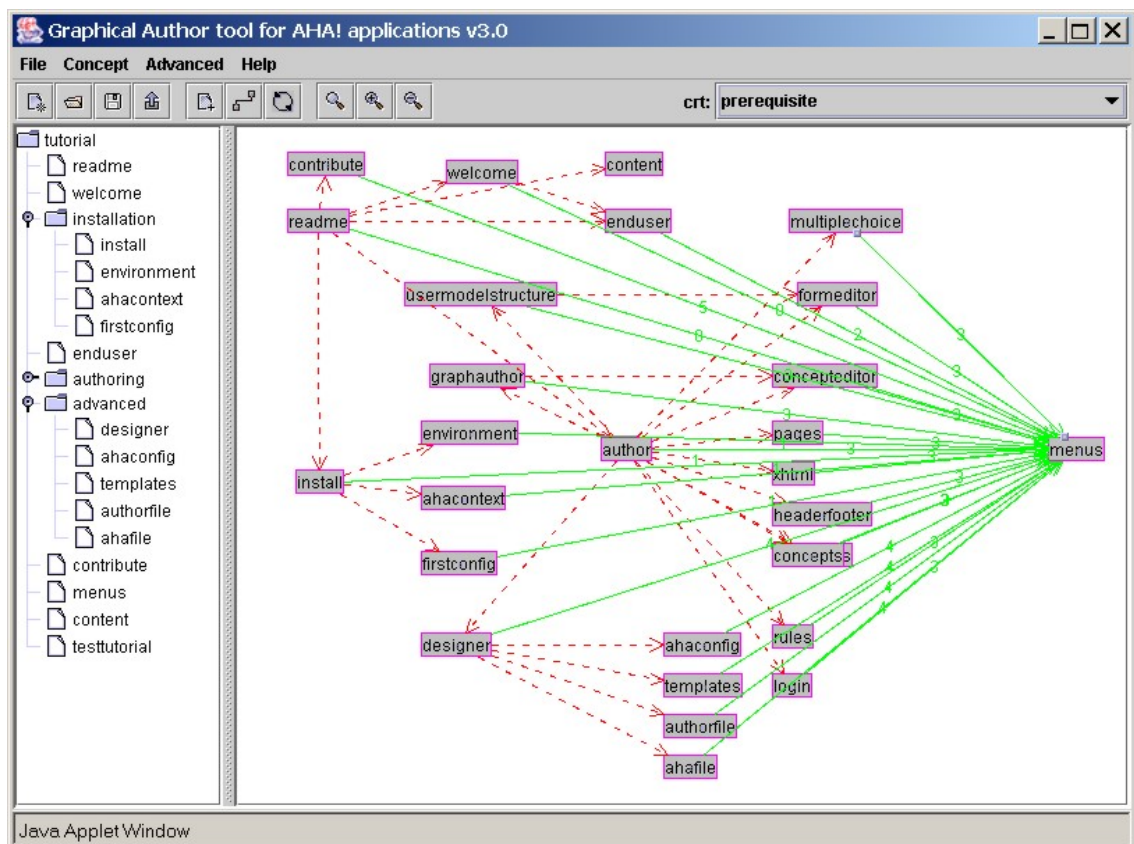


Figura 9 -Modelo do domínio referente ao tutorial do AHA! (disponível em: <http://aha.win.tue.nl/>)

O MU consiste num conjunto de pares atributo-valor para todos os conceitos no domínio da aplicação. O tipo de modelo é de sobreposição (*Overlay Model*), o que significa que para cada conceito do MD existe um conceito correspondente no MU (Martins et al., 2008). A informação guardada no MU pode ser independente do domínio, como por exemplo, o nome, o *login*, a *password*, preferências, e fazem parte de um pseudo-conceito denominado “*personal*”. A restante informação é dependente do domínio, onde se incluem, por exemplo, o conhecimento do aluno, o interesse sobre um determinado assunto, entre outros.

O AHA! permite que o autor adicione novos atributos aos conceitos, uma vez que as páginas fornecidas pelo AHA! são “*adaptáveis*” e “*adaptativas*”. No primeiro caso, a adaptação baseia-se na informação introduzida pelo utilizador através de, por exemplo, um formulário de registo (sendo depois armazenada no pseudo-conceito “*personal*”), enquanto que, no segundo caso, a adaptação é realizada através do comportamento do utilizador quando interage com a aplicação.

Por sua vez, o MA é responsável por definir como as acções do utilizador são traduzidas em actualizações ao modelo do utilizador e na geração de apresentações adaptativas. O MA consiste em regras de adaptação do tipo: “*evento-condição-acção*”. No caso das regras predefinidas pelo AHA! serem suficientes para os objectivos do autor, o seu trabalho fica neste caso mais facilitado, uma vez que precisa unicamente de usar essas regras utilizando, por exemplo, a ferramenta *Graph Author*. Esta ferramenta cria automaticamente as regras com base no MD. Se o autor precisar de definir regras para fazer algo mais específico, então tem duas formas de proceder. A primeira, é através da construção de regras em formato xml, com base em *templates* disponibilizadas para o efeito, (*concept relationship templates - crt*). Estas regras podem depois ser utilizadas no *Graph Author*. A segunda forma, é através da ferramenta *Concept Editor*. Esta ferramenta obriga a que o autor tenha um conhecimento mais aprofundado sobre como estas regras são exactamente processadas pelo motor do AHA!. Neste trabalho, foram utilizadas algumas das regras predefinidas e também foram criadas outras regras através do mecanismo *crt*. Na secção 5.2.2, é apresentada uma descrição mais detalhada das mesmas.

No sistema AHA! fazem parte vários actores (ver figura 8). Começando pelo actor *Administrador (Manager)*, este tem como papel geral, a administração do sistema. As

várias funcionalidades estão representadas na figura 10. A funcionalidade *Configurar Gestor* permite alterar o *login* e a *password* do administrador, que é criado por defeito pelo AHA! durante a fase de instalação. Por sua vez, *Configurar a Base de dados* permite escolher o tipo de ficheiro onde é gravado o modelo de utilizador, existindo para esse fim, duas possibilidades: ou gravar no formato XML ou numa base de dados baseada em SQL. A *Gestão de Autores*, serve para criar, alterar ou eliminar autores. Por último, a funcionalidade referente à conversão de ficheiros tem como finalidade a conversão da lista de conceitos do formato interno para XML e vice-versa.

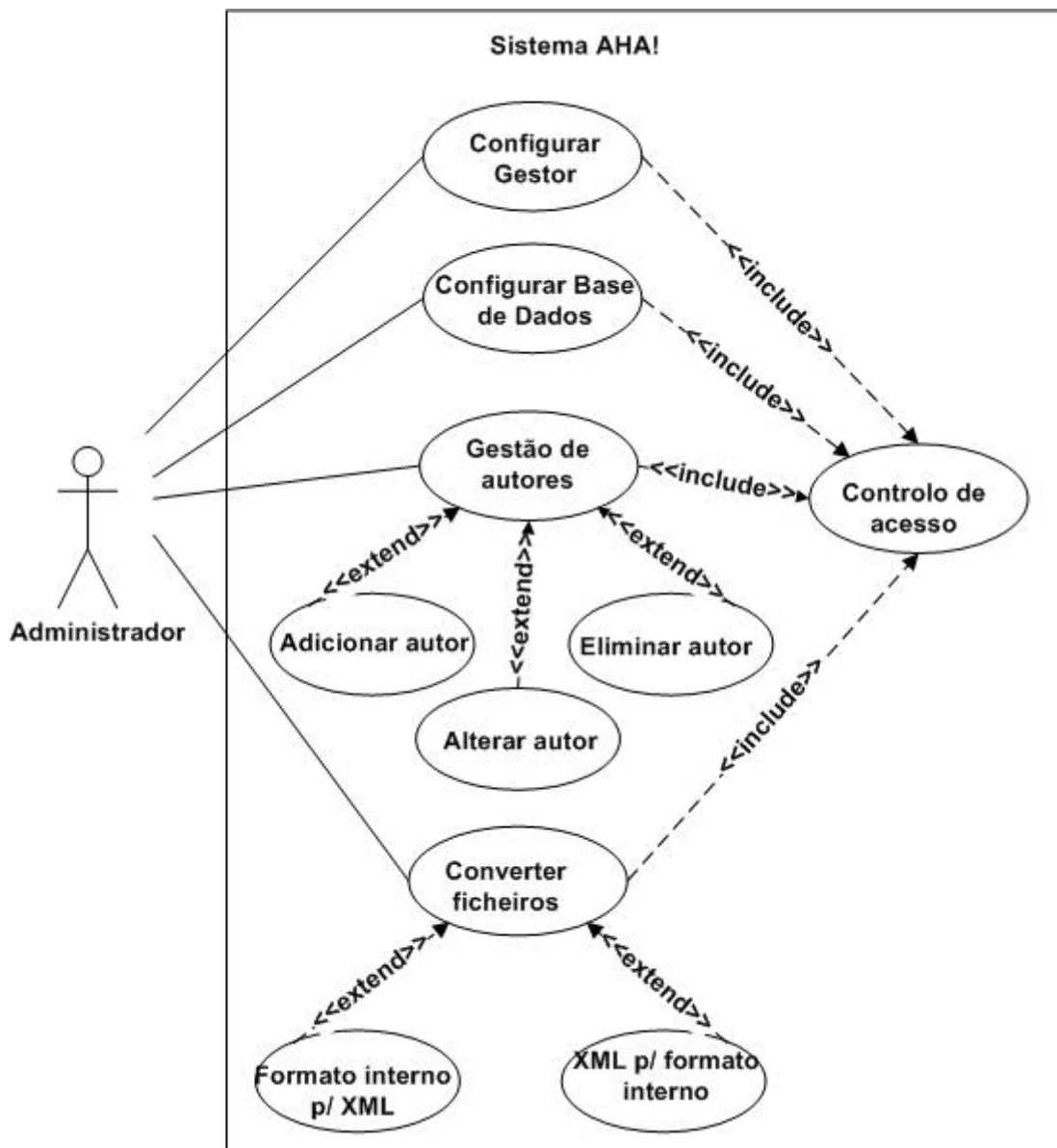


Figura 10 - Diagrama de casos de uso correspondente ao sistema AHA! sob o ponto de vista do administrador

O actor *Autor (Author)* é responsável pela criação da aplicação hipermédia adaptativa, tendo, para esse efeito, várias ferramentas à sua disposição. A figura 11 descreve o conjunto de ferramentas que auxiliam o autor durante todo o processo.

A ferramenta *Gestão da Aplicação* permite transferir ficheiros da máquina local para o servidor e vice-versa. Serve também de interface para outras ferramentas de autor, através de um simples clique sobre o nome dos ficheiros. Quer a ferramenta *Graph Author*, quer a ferramenta *Concept Editor* permitem criar o domínio conceptual, conforme anteriormente referido.

Além das ferramentas *Graph Author* e *Concept Author*, a versão 3.0 do AHA! disponibiliza também uma ferramenta para criação de formulários, designada por *Form Editor*, e uma outra, para criação de testes de escolha múltipla, designada por *Test Editor*.

A ferramenta *Form Editor* permite criar um formulário em (x)html para se poder alterar os conteúdos dos atributos, relativos a conceitos, que têm estatuto de modificáveis. A partir deste formulário, a aplicação pode actualizar o modelo do utilizador com base na informação introduzida pelo utilizador.

Test Editor é uma ferramenta desenvolvida na Universidade de Córdoba (Romero et al., 2004), a qual pode ser usada pelo autor da aplicação para criar diferentes tipos de testes de escolha múltipla. Esta ferramenta está integrada no AHA! mas pode servir a outros sistemas baseados na Web dado que usa a linguagem XML. Os testes podem ser do tipo *adaptativo* ou *clássico*. Resumidamente, o teste adaptativo caracteriza-se pelo carácter dinâmico, no que respeita à apresentação das questões, dependendo a mesma dos resultados obtidos pelo utilizador em respostas anteriores. A principal vantagem dos testes adaptativos é que cada examinando geralmente recebe perguntas diferentes e o número de perguntas é normalmente inferior a um teste clássico. Um teste clássico é definido por uma sequência de questões simples onde cada pergunta pode ser avaliada como correcta, incorrecta ou incompleta.

O autor pode gravar em ficheiros próprios todas as questões que vai criando para os diversos assuntos curriculares, e mais tarde seleccionar, desses contentores, as perguntas para criar os respectivos testes.

Quer para o tipo adaptativo, quer para o tipo clássico, o autor pode escolher testes da categoria *exame* ou da categoria *actividade*. No primeiro caso, o autor associa ao teste dois ou mais conceitos do MD, enquanto no segundo, só pode associar um conceito do MD.

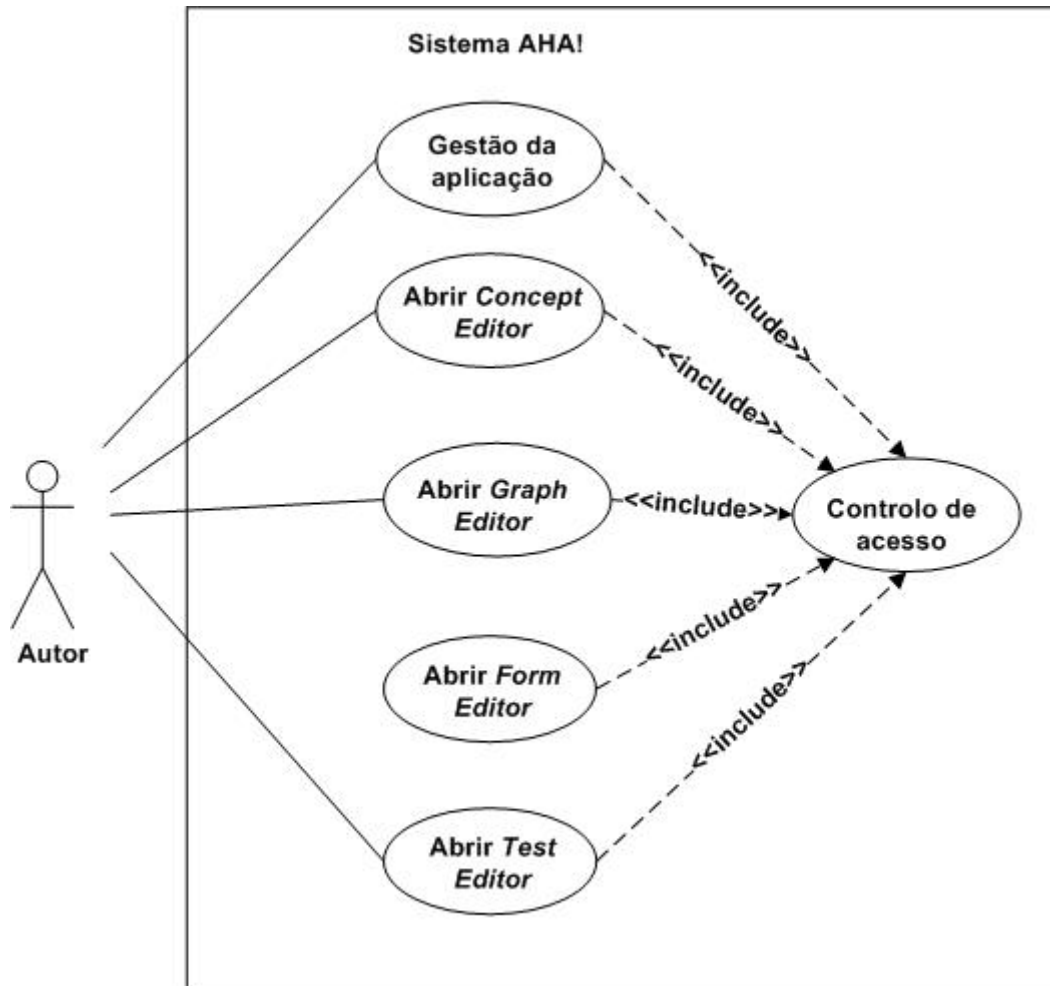


Figura 11 - Diagrama de casos de uso correspondente ao sistema AHA! sob o ponto de vista do autor

Além da criação do MD, MU e do MA, o autor pode também alterar o aspecto da apresentação da aplicação podendo gerar novas janelas e novos estilos automaticamente aplicados a toda a aplicação (Brusilovsky et al., 2003).

5.1.2 Funcionalidades adaptativas do AHA!

O mecanismo de adaptação do AHA! realiza adaptação baseado no MU que é criado e actualizado cada vez que o utilizador clica num *link*. O AHA! também permite alterar a condição de estabilidade das apresentações das páginas. Se o autor desejar, pode optar por certas páginas permanecerem “estáveis”, o que significa, que uma vez apresentado um

conceito (o qual pode estar ligado a uma ou mais páginas) é “sempre” apresentado da mesma maneira. A estabilidade pode durar uma sessão ou ser para sempre.

Quando é solicitada uma página através do browser, o AHA! determina a página a visualizar ao utilizador. Este processamento envolve três tipos de acções:

- A página pode conter fragmentos e/ou objectos (De Bra et al., 2003) que só serão incluídos caso determinada condição seja verdadeira (técnica de apresentação adaptativa). Por exemplo, dependendo do conhecimento do utilizador (isto é, do modelo do utilizador), o sistema pode “decidir” que a visualização de uma explicação adicional numa página é adequada. Trata-se de um comportamento adaptativo. A inclusão condicional também pode ser usada para mostrar representações alternativas com base nas preferências do utilizador. Neste caso, o comportamento do sistema diz-se adaptável.
- A página pode conter *links* (ou ícones) destinos para outras páginas ou conceitos. Se o *link* for condicional, o AHA! verifica o MU para determinar se o *link* destino é adequado. Se não for, o *link* ficará oculto (é mostrado como se fosse texto normal), caso contrário, é visualizado em azul ou em vermelho escuro, dependendo se o *link* destino nunca foi visitado, ou se já foi visitado pelo menos uma vez. Na figura 12, os *links* anotados tomam as designações de *bad*, *good* e *neutral*, respectivamente.
- Qualquer outro conteúdo é passado directamente ao browser sem sofrer alterações. Só necessita de ser código (x)html/xml válido.

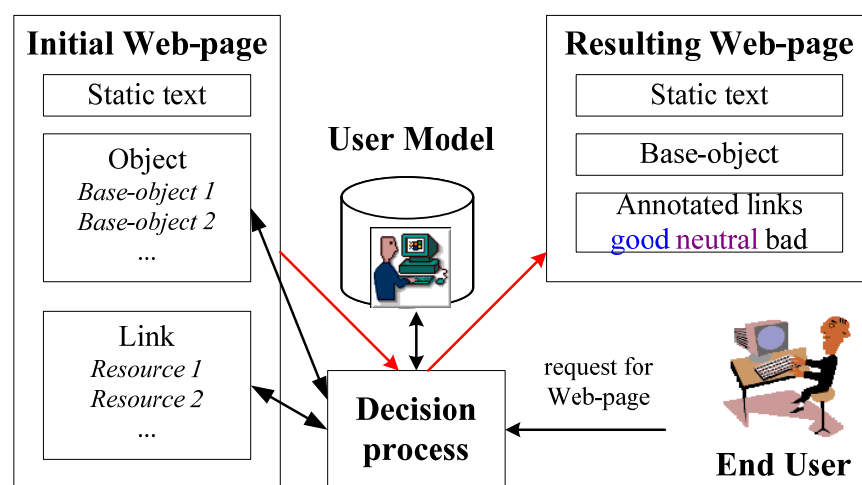


Figura 12 - Funcionalidades do AHA! (Stash,2005)

As marcações mais importantes para realizar adaptação são o “<if>” e o “<a>” (Stash e De Bra, 2003). Numa marcação “<if>”, o autor define uma expressão que é avaliada pelo motor do AHA! (*AHA! engine*). Mediante o resultado dessa avaliação, pode ser inserido um bloco de texto na página. Na figura 13 é apresentado um exemplo elucidativo, o qual tem a seguinte tradução:

“Se o conhecimento (“knowledge”) referente à componente analítica (“compIA”) de um dado aluno, é nulo, então é inserido na página corrente, um fragmento de texto dizendo: “Começa, por favor, por preencher a Parte A”, senão escreve só “Resolvido””.

Quanto à marcação do tipo <a>, é usado o atributo “class” para distinguir entre diferentes tipos de *links*. Os *links* podem ser do tipo: *condicional* ou *incondicional*. Quando um *link* é condicional (ver o exemplo apresentado na figura 14), o motor do AHA! traduz a classe para “bom”, “mau” ou “neutral” dependendo da adequabilidade do *link* destino. O resultado é a alteração das cores dos *links*. Recordando sobre a cor dos *links*, se o *link* não for adequado, a cor do *link* é visualizada em preto com o objectivo de não ser possível distingui-lo do texto normal. Se for adequado, o *link* é visualizado em azul ou vermelho escuro dependendo se a página destino nunca foi visitada, ou pelo contrário, foi visitada uma ou mais vezes.

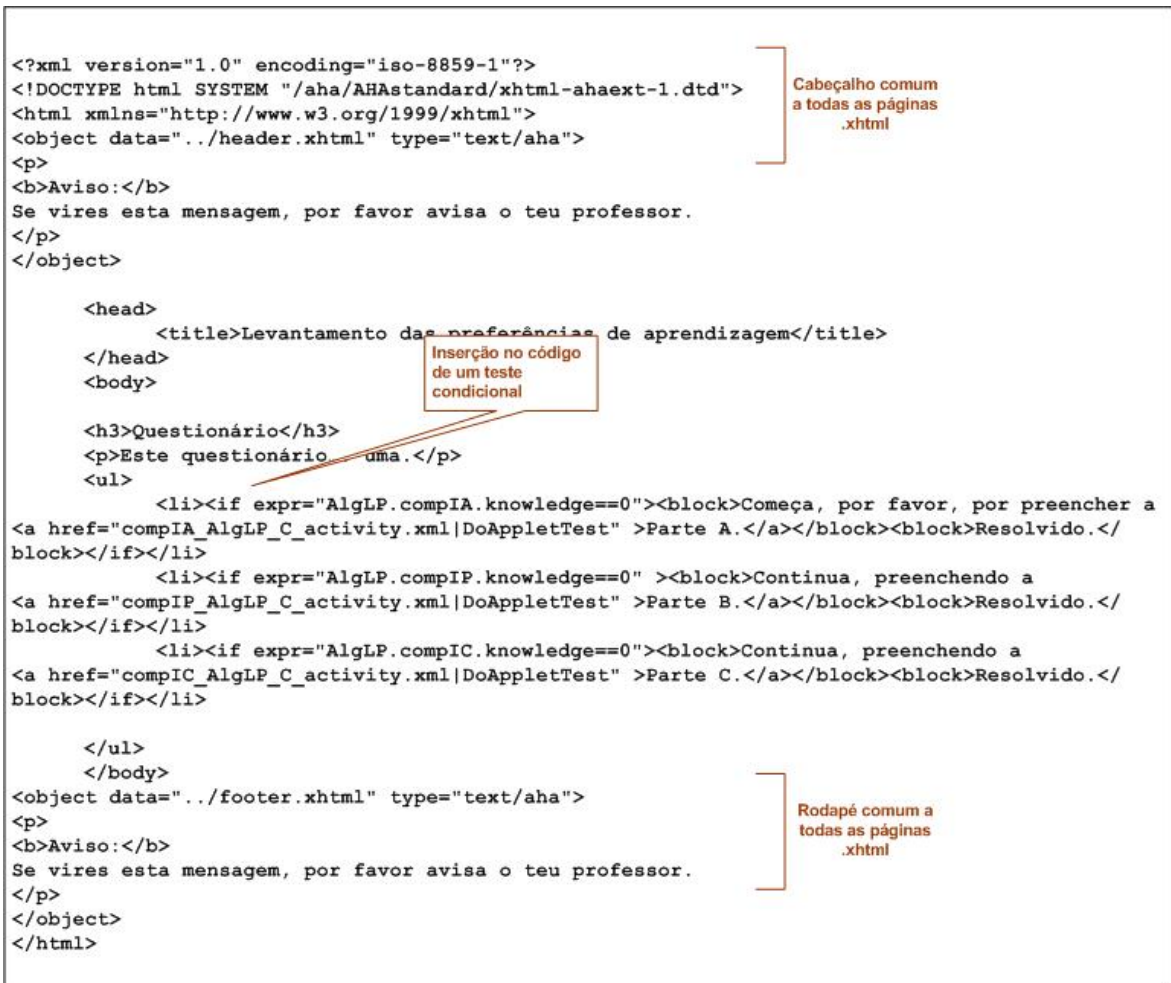


Figura 13- Extracto de uma página (x)html mostrando a construção de um marcador “<if>”

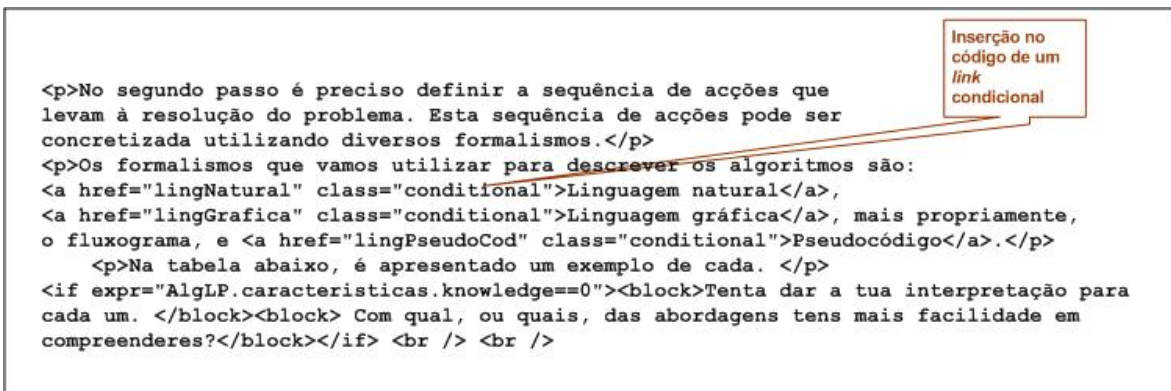


Figura 14- Extracto de uma página (x)html mostrando a construção de um marcador “<a>”

Apresentadas as características e as funcionalidades da plataforma AHA!, na secção seguinte, são descritas as questões técnicas relacionadas com o desenvolvimento da aplicação hipermédia adaptativa.

5.2 Implementação

A fase de preparação de todo o material triárquico, descrita na secção 4.2.1, é a primeira grande actividade a ser realizada pelo autor/docente. O passo seguinte, diz respeito à construção de todo o domínio conceptual com recurso às ferramentas disponíveis para o efeito, existentes na plataforma AHA!. Esta fase é detalhadamente descrita na secção seguinte. Por último, apresenta-se as regras criadas para o algoritmo responsável por fazer a adaptação ao utilizador.

5.2.1 Actividades de autoria

Preparados os conteúdos, é necessário agora criar os ficheiros (x)html e correspondentes elementos multimédia, se for o caso, (ver figura 15).

Conforme é mostrado na secção 5.2.3, o *layout* da aplicação mantém, no geral, o cabeçalho e o rodapé que estão definidos por defeito no modelo de *layout* do AHA! (ver exemplo na figura 13). Existe apenas uma alteração a esse cabeçalho: foi-lhe adicionado um *link* para uma página onde o utilizador pode consultar e alterar os valores referentes às três componentes de inteligência. Esta opção levou também à implementação de um programa adicional implementado na linguagem de programação JAVA (ver anexo C). Se o autor desejar, pode facilmente remover este *link* ou torná-lo inactivo. Além deste *link*, o cabeçalho contém informação sobre: a quantidade de páginas consultadas; a quantidade de páginas por visitar; o conhecimento do utilizador sobre cada um dos conceitos do conteúdo da aplicação; a palavra chave; as cores dos *links*. Estes últimos três itens também podem ser alterados pelo utilizador.

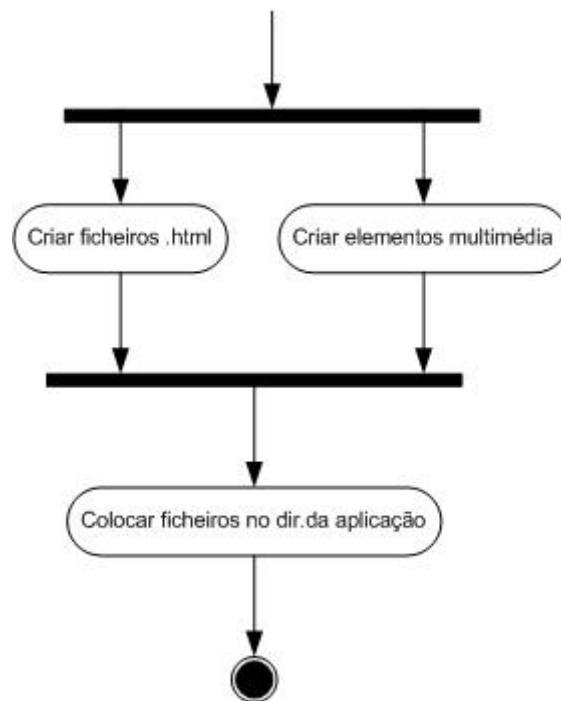


Figura 15 - Diagrama com as restantes actividades referentes ao processo de construção do modelo conceptual (cont.)

Na terceira fase inicia-se a concretização propriamente dita das fases anteriores; é nesta fase que se constrói todo o modelo conceptual. Nesse sentido, é necessário uma ferramenta de autoria. O AHA! disponibiliza duas: *Graph Author* e *Concept Editor*. Utilizou-se a primeira, a de mais alto nível, contudo, para se consultar o mesmo domínio mas a mais baixo nível, foi utilizada também a segunda. O AHA! permite alterar o domínio conceptual através das duas ferramentas mas se for alterado através do *Concept Editor* essas alterações já não são visualizadas pelo *Graph Author*. É uma limitação que os autores da plataforma estão a tentar solucionar.

A figura 16 descreve a sequência de passos relativa à actividade “implementação do modelo conceptual”.

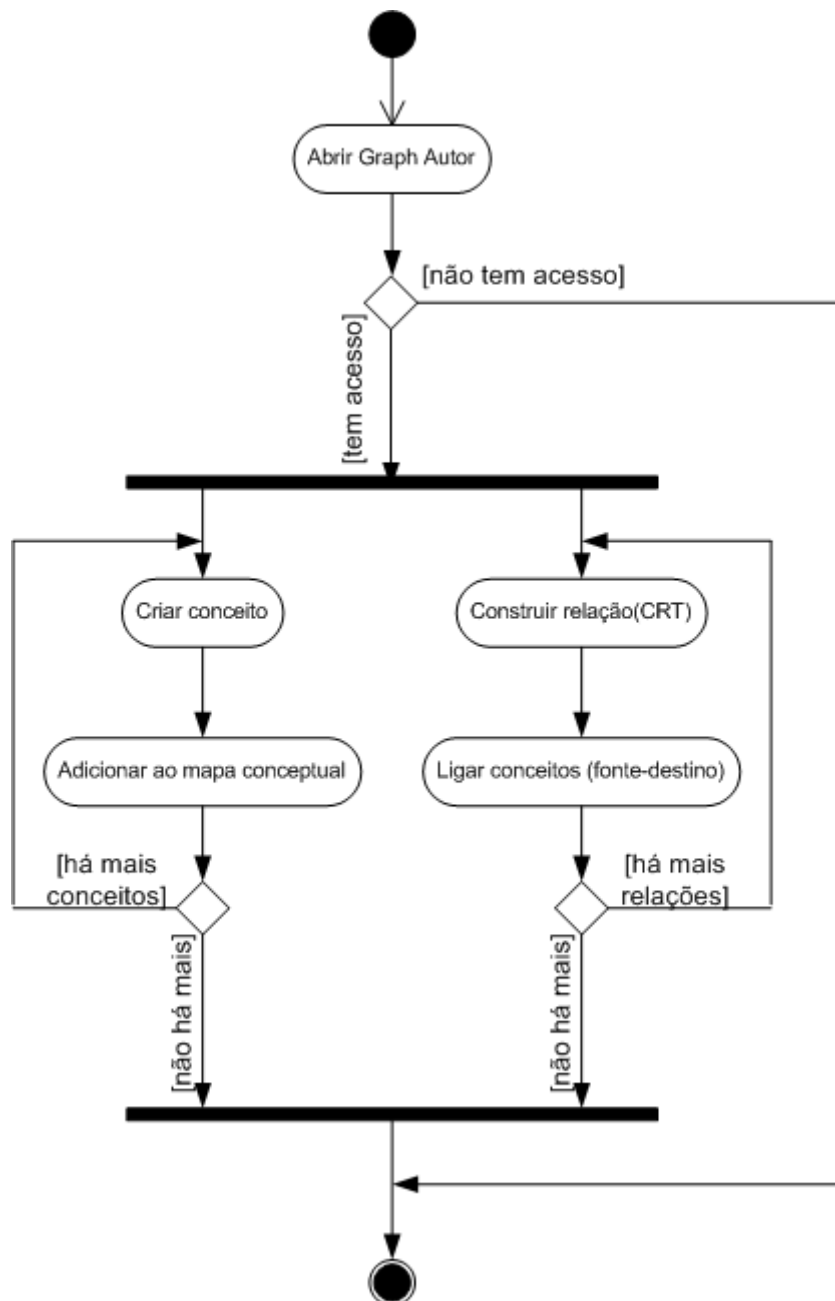


Figura 16 - Diagrama de actividades correspondente ao processo de implementação do modelo conceptual

Em primeiro lugar, o autor tem de estar registado na base de dados do AHA! para poder começar a trabalhar com as ferramentas disponíveis. Ultrapassada essa fase de validação no sistema, o autor pode começar a criar todos os conceitos do domínio. Por seu lado, as relações (*crt- concept relation template*) são implementadas recorrendo a regras de adaptabilidade, as quais podem ser adicionadas ao domínio na mesma fase da criação de conceitos.

A criação de um conceito envolve vários passos e decisões conforme se comprova através da figura 17.

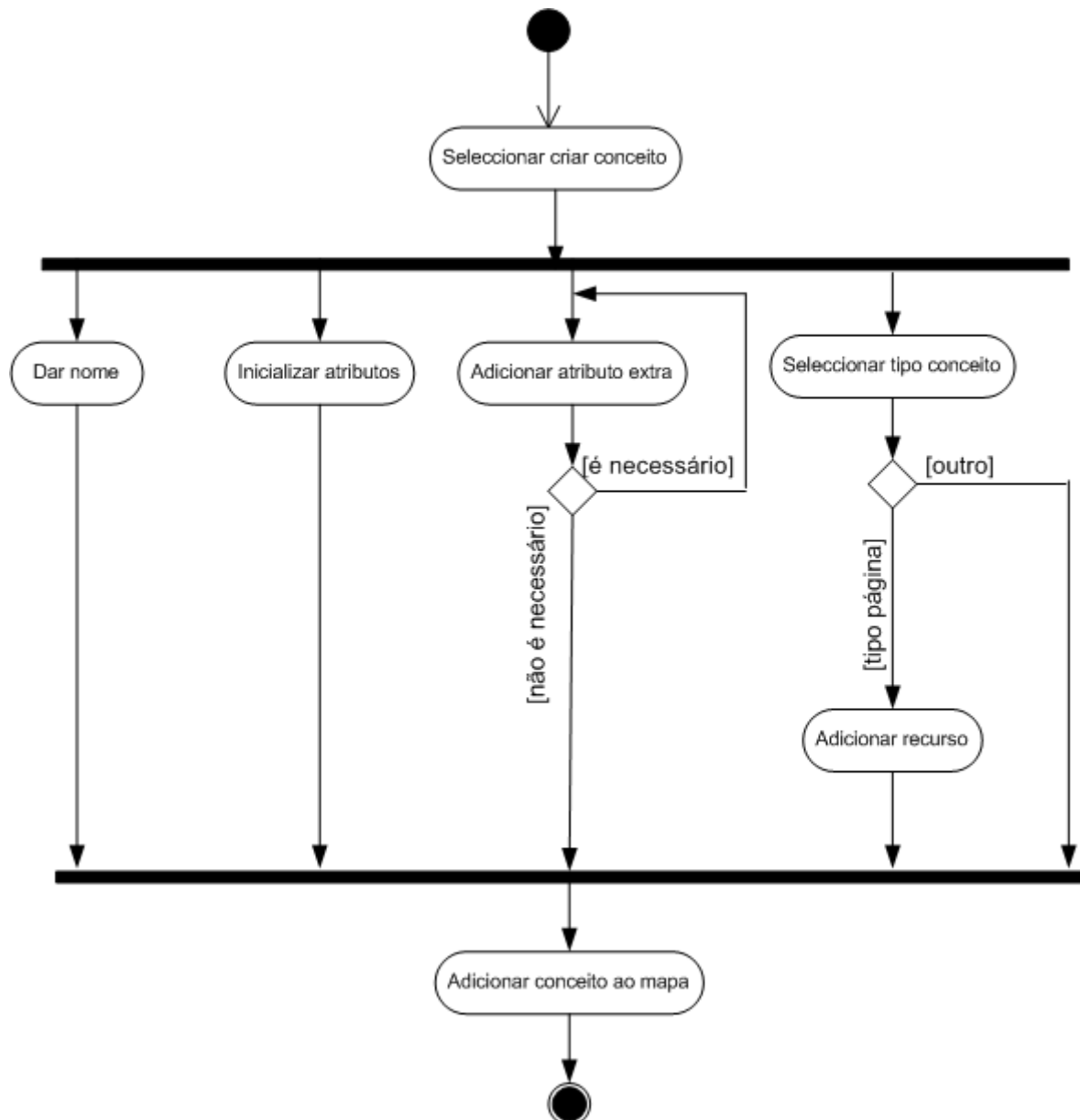


Figura 17 - Diagrama de actividades correspondente ao processo de construção de um conceito

Um conceito tem de ter um nome (obrigatório), uma descrição (opcional) e tem de pertencer a um determinado tipo (obrigatório). O tipo está predefinido e deve ser escolhido entre o conjunto de *templates* fornecido para o efeito. A *template* determina quais os atributos e recursos que estão associados ao conceito. Um *conceito abstracto* não tem recursos enquanto que um conceito do tipo *página*, o mais comum, tem de ter um recurso como por exemplo: “file:/AlgLP/xml/bemvindos.xhtml”.

Do conjunto dos atributos predefinido relativo aos conceitos do tipo página, destacam-se os seguintes: “*access*”, “*knowledge*”, “*visited*” e “*suitability*” (ver figura 18), os quais se resumem a seguir:

- *access*: Quando uma página é acedida, as regras associadas a este atributo são as primeiras a serem executadas. A principal finalidade deste atributo é iniciar a execução das regras de adaptabilidade do motor AHA!.
- *knowledge*: Este atributo armazena um valor quantitativo respeitante ao que o sistema “*pensa*” conhecer sobre o conhecimento do utilizador relativamente a um dado conceito. Por essa razão, este atributo é um dos mais utilizado no domínio do ensino.
- *visited*: Este atributo é usado pelo sistema para “*saber*” se o utilizador já visitou a página associada. A partir dessa informação, o AHA! decidirá se um link considerado adequado é mostrado na cor azul (“GOOD”) ou na cor vermelha escura (“NEUTRAL”) (ver figura 12).
- *suitability*: O sistema precisa deste atributo para decidir sobre o tipo de apresentação dos links numa página (ver figura 12).

Se houver necessidade, o autor pode adicionar mais atributos (ver figura 18). Os tipos de dados disponíveis no AHA! são o tipo inteiro, booleano e cadeia de caracteres. Também é possível escolher, se o atributo faz parte do modelo do aluno, se faz parte do sistema do AHA! ou se faz parte de ambos. Para o primeiro caso, é necessário seleccionar a opção “*System*”, para o segundo caso, a opção “*Persistent*” e por último, seleccionar ambos, se quisermos sobreposição. No caso do atributo poder ser alterado, também deve ser seleccionada a opção “*Changeable*”.

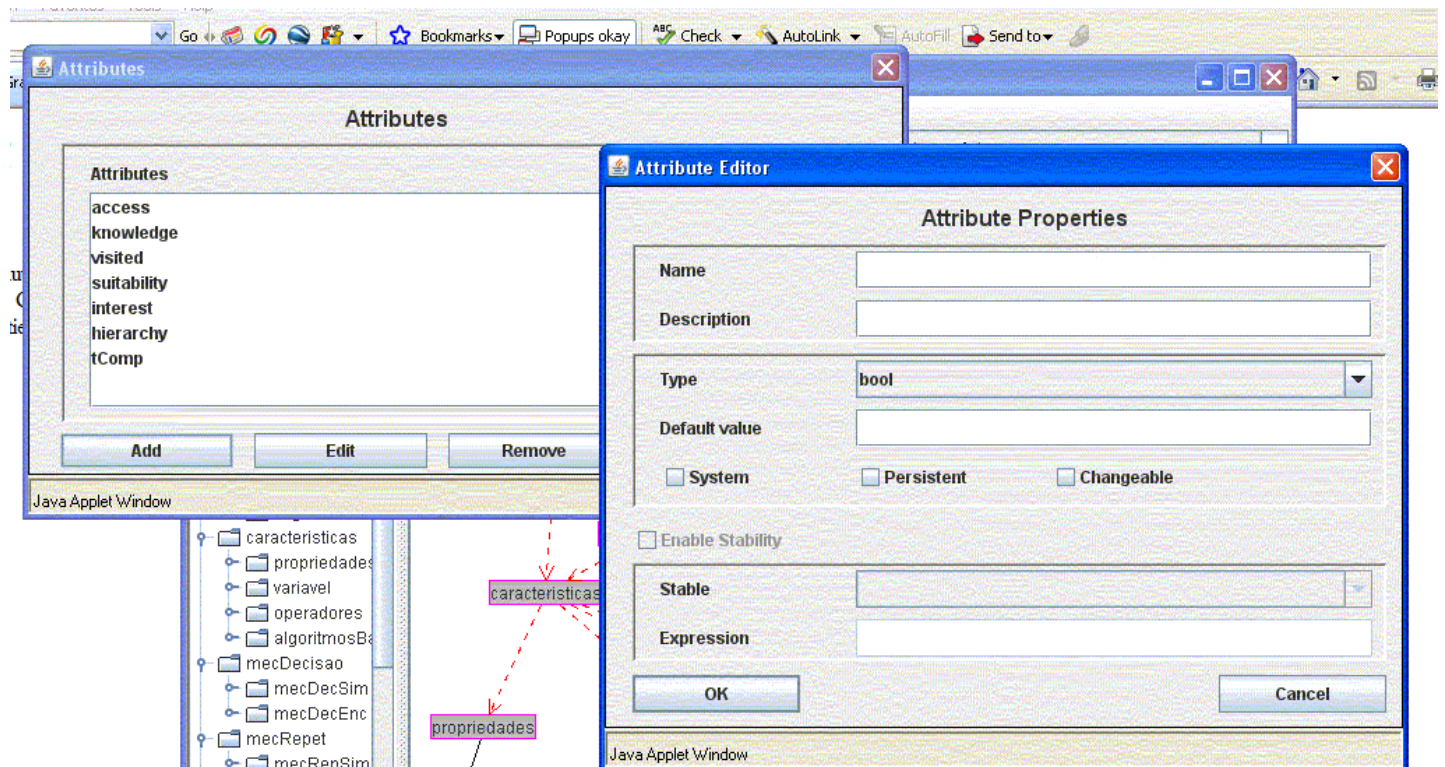


Figura 18- Caixas de diálogo para criação de um conceito e adição de atributos usando o Graph Author

Conforme referido anteriormente, o AHA! disponibiliza também um conjunto de relações predefinidas. No entanto, é possível o autor criar mais relações para concretizar os seus objectivos (ver figura 19).

Para a criação de regras, o autor tem de construir dois ficheiros do tipo xml e obedecer à gramática de marcadores disponíveis. O primeiro ficheiro com extensão “.aha” define a configuração da regra, onde se indica o nome que se deseja dar à mesma, a cor e o estilo do tracejado do desenho da seta (descontínuo ou contínuo). Também se pode definir se a regra permite ciclos ou não. A figura 20 mostra o código de configuração referente a uma regra cujo nome é “acts_update” (uma das regras criada para o algoritmo proposto).

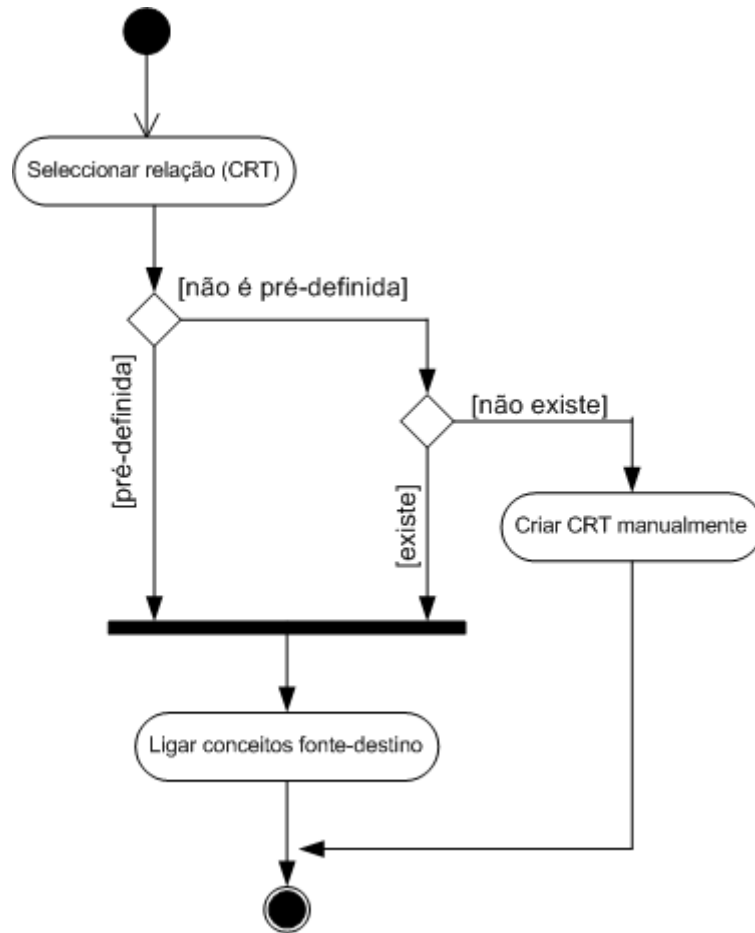


Figura 19 - Diagrama de actividades correspondente ao processo de escolha de uma relação (crt) para integrar no mapa conceptual

```

<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE author_relation_type SYSTEM 'author_relation_type.dtd'>
<author_relation_type>
  <name> acts_update </name>
  <color> black </color>
  <style> solid </style>
  <properties acyclic="true" />
</author_relation_type>
  
```

Figura 20- Código xml referente à configuração da regra "acts_update"

O segundo ficheiro tem extensão “.author” e define o comportamento de uma regra. A figura 21 apresenta parte do comportamento para a regra anterior.

```

<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE aha_relation_type SYSTEM 'aha_relation_type.dtd'>
<aha_relation_type>
  <name> acts_update</name>
  <listitems>
    <generateListItem isPropagating="true" location="__source.access" >
      <requirement> __source.suitability </requirement>
      <trueActions>
        <action>
          <conceptName> __destination </conceptName>
          <attributeName> requirtsA </attributeName>
          <expression> 0 </expression>
        </action>
        <action>
          <conceptName> __destination </conceptName>
          <attributeName> requirtsP </attributeName>
          <expression> 0 </expression>
        </action>
        <action>
          <conceptName> __destination </conceptName>
          <attributeName> requirtsC </attributeName>
          <expression> 0 </expression>
        </action>
      </trueActions>
    </generateListItem>

    <generateListItem isPropagating="true" location="__source.access" >
      .....
    </generateListItem>
  </listitems>
</aha_relation_type>

```

Figura 21- Código xml referente ao comportamento da regra "acts_update"

Algumas notas relativas ao código apresentado na figura 21:

- Por cada identificador “<generateListItem>” é possível definir partes da regra geral, ou seja, condições;
- Cada requisito (“<requirement>”) pode ter associado várias acções, as quais serão executadas se a condição, ou condições, incluídas neste identificador forem verdadeiras;
- Os identificadores “__source.” e “__destination.” são instanciados aos nós “origem” e “destino”, respectivamente, ou seja, ao nó fonte e ao nó destino.
- O identificador “<attributeName>” identifica o atributo do nó instanciado em “<conceptName>” que sofrerá a acção descrita em “<expression>”.

Para finalizar esta secção, é apresentado na figura 22 a janela da ferramenta *Graph Author* mostrando uma parte do domínio da aplicação. O domínio da aplicação é Algoritmia, começando pelas noções básicas sobre o que é um algoritmo, formalismos de escrita, noção de variável e operadores até às estruturas condicionais e repetitivas.

Na área mais à esquerda da janela principal, encontram-se os conceitos da aplicação, dispostos de uma forma hierárquica, e mais à direita, estão as relações apresentadas em forma de grafo. Por sua vez, o grafo é construído do seguinte modo:

- Arrasta-se conceito a conceito da hierarquia para a área do desenho do grafo e
- Colocam-se as setas do nó fonte para o nó destino necessárias a cada um destes pares. Cada seta representa uma determinada relação entre dois nós. De um nó pode partir ou chegar várias setas.

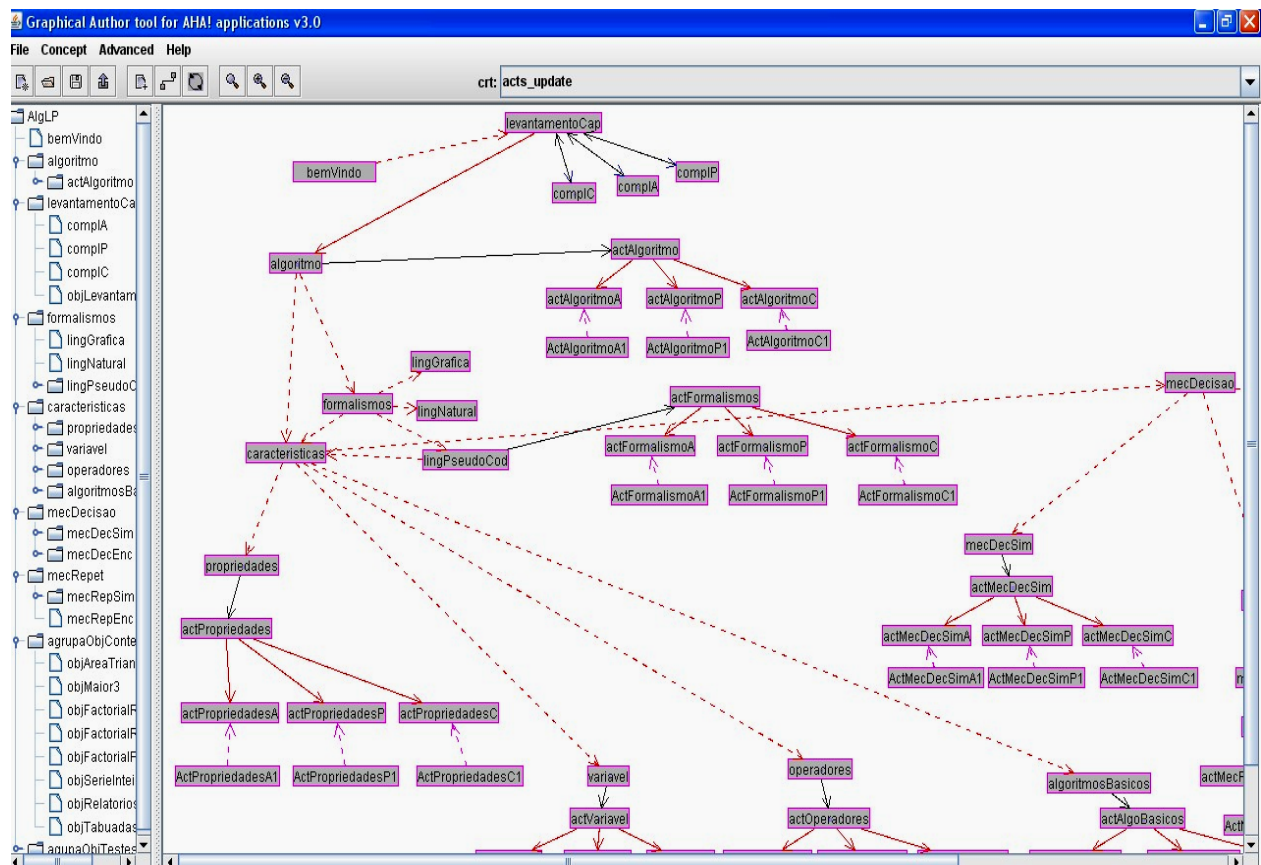


Figura 22- Janela do Graph Author respeitante ao domínio conceptual da aplicação (Geral)

A figura 23 apresenta o mesmo domínio mas só com as relações que foram criadas especificamente para a aplicação.

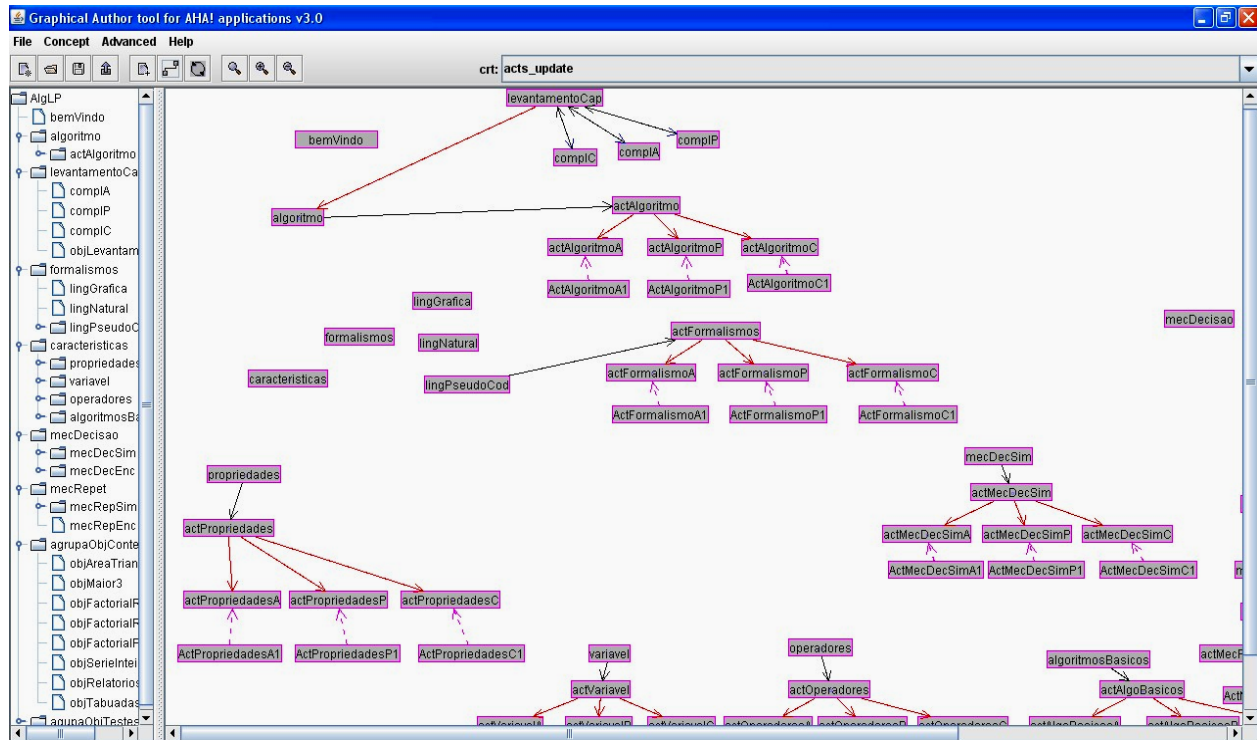


Figura 23 -Janela do Graph Author respeitante ao domínio conceptual da aplicação (sem as relações predefinidas)

5.2.2 Implementação do algoritmo

Nesta secção são apresentados os atributos e regras necessários à implementação do algoritmo, descrito na secção 4.2.5, responsável por executar a adaptação ao utilizador,.

Antes de mais, o algoritmo necessita de armazenar informação no modelo do aluno. Com esse objectivo, foram criados os atributos que estão descritos na tabela 12. Por sua vez, para a criação dos atributos, foi necessário editar o ficheiro “Registration.html” e adicionar uma linha, como por exemplo: “<input type=“hidden” name=“nVEA” value=“0” />” por cada atributo. Adicionalmente, este ficheiro solicita ao utilizador dados pessoais, tais como o nome, o correio electrónico e a *password*.

Tabela 12- Descrição dos atributos do modelo do aluno importantes para o algoritmo

Nome do atributo	Descrição
compA, compP, compC	Guardam a <i>performance</i> (valor inteiro) do aluno em cada uma das seguintes componentes: analítica, prática e criativa, respectivamente.
nVEA, nVEP, nVEC	Armazenam a quantidade de vezes que o aluno seleccionou uma actividade analítica, prática ou criativa, respectivamente.
n2VA, n2VP, n2VC	Armazenam o número de vezes que o aluno seleccionou uma actividade analítica, prática ou criativa, respectivamente, durante as <i>duas últimas</i> escolhas.

A tabela 13 inclui um resumo de todas as regras usadas na aplicação. A regra *prerequisite* foi a única regra do sistema AHA! usada no domínio conceptual. Para as restantes regras foi necessário criar código específico (o código das regras apresentado na tabela 13 pode ser consultado no Anexo D).

Tabela 13- Regras usadas na aplicação

AHA!	CRT adicionada	Descrição
prerequisite		Determina a adequabilidade de um conceito.
	requirts_preq	Actualiza a adequabilidade de uma actividade (analítica, prática ou criativa).
	isaActA	Actualiza o conhecimento para a componente analítica.
	isaActP	Actualiza o conhecimento para a componente prática.
	isaActC	Actualiza o conhecimento para a componente criativa.
	prerequisite1	Verifica se o utilizador já respondeu às três partes de um questionário, Q, (ver anexo B). Este questionário tem como objectivo inicializar alguns atributos do MU, nomeadamente, cada uma das componentes de inteligência. Enquanto não responder, todas as páginas da aplicação (excepto a página “boas-vindas”) são consideradas pelo AHA! como não adequadas.
	visited_update1	Actualiza o número de vezes que o aluno respondeu ao questionário Q (no máximo 3, uma vez que o questionário encontra-se subdividido em três partes).
	result_update	Actualiza as pontuações do utilizador obtidas através do questionário Q.
	acts_update	Calcula a quantidade de requisitos bem sucedidos para cada uma das componentes de inteligência existentes no modelo do utilizador.

5.2.3 Interação entre utilizador e aplicação

Sob o ponto de vista do utilizador, a aplicação final é um conjunto de páginas (x)html e as suas possibilidades de interacção dependem muito do que a aplicação tenha para lhe oferecer.

A aplicação final permite vários tipos de interacções, conforme se pode constatar através da figura 24.

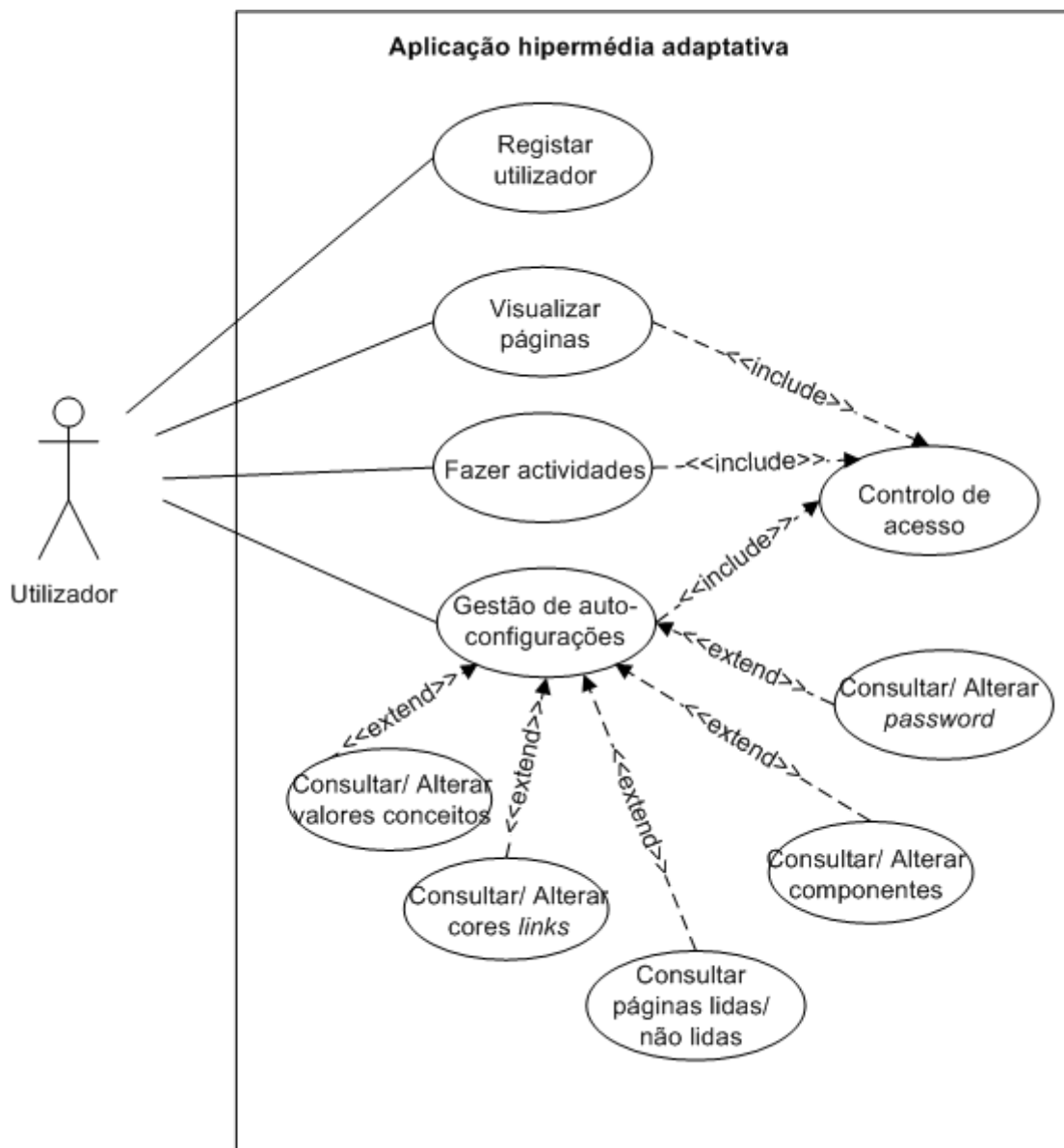


Figura 24 - Diagrama referente aos casos de uso do utilizador

Quando o utilizador (aluno) escolhe registar-se, preenche um formulário com alguns dados que são armazenados no MU (ver figura 25).

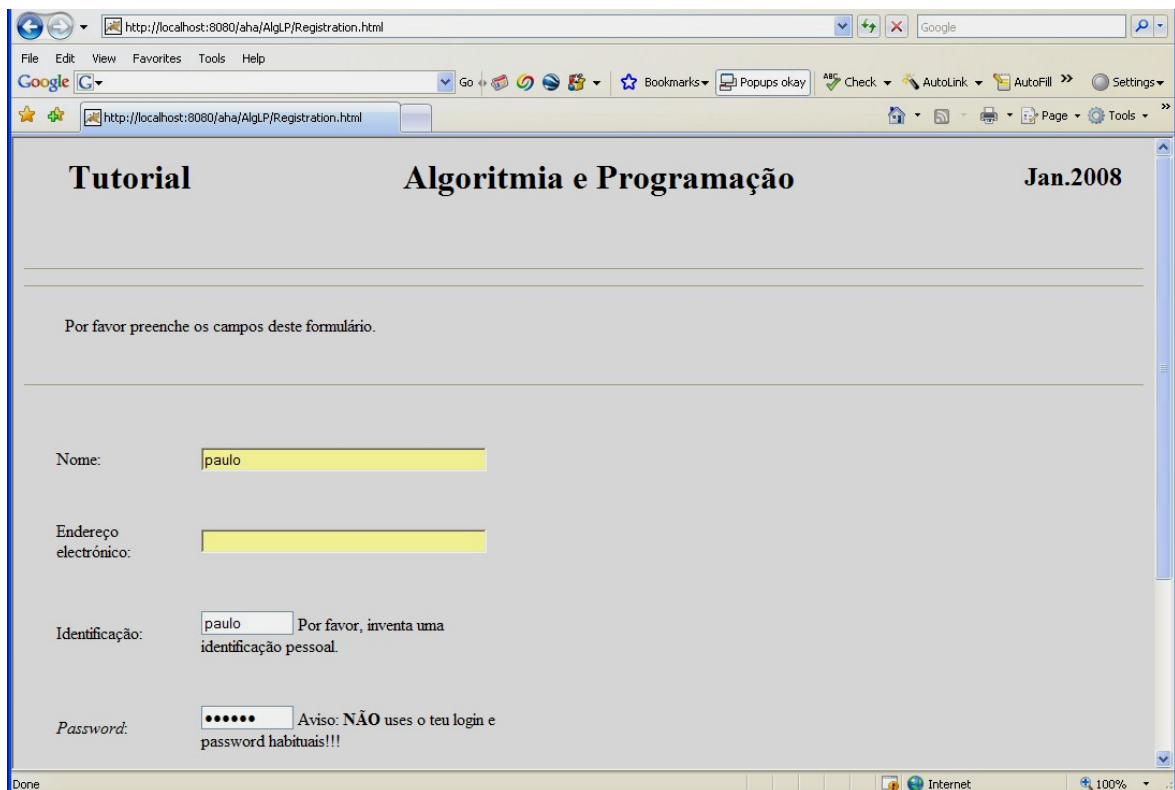


Figura 25- Janela da aplicação com um formulário de registo do utilizador

A partir do momento que está registado, o aluno pode escolher qualquer uma das seguintes possibilidades:

- consultar páginas da aplicação;
- resolver actividades;
- consultar/alterar cores dos *links*;
- visualizar/alterar o conhecimento de cada conceito. Esse valor foi calculado pelo sistema com base nas interacções entre o aluno e o sistema;
- visualizar/alterar o conhecimento de cada componente da inteligência;
- alterar a palavra chave.

A figura 26 apresenta o *layout* das páginas da aplicação conforme se encontra actualmente. Ao centro, é apresentado o conteúdo das páginas. Mais à esquerda, e mais à direita, é

visualizado o índice da matéria. No topo, encontram-se os *links* para as diversas páginas cujas funcionalidades foram apresentadas anteriormente (ver figura 24).

Relativamente à cor dos ícones do mapa de conteúdos, elas informam o aluno do seguinte: a cor verde indica que o tópico junto ao ícone é adequado ao aluno; a cor branca informa que o tópico já foi visitado; a cor vermelha indica que o tópico é uma má escolha. A atribuição de uma dada cor aos ícones do índice de conteúdos depende se existe uma relação do tipo “prerequisito” entre dois conceitos (ver secção 5.1.2). A alteração da cor dos ícones segue as mesmas regras descritas para alterar a cor dos *links* condicionais.

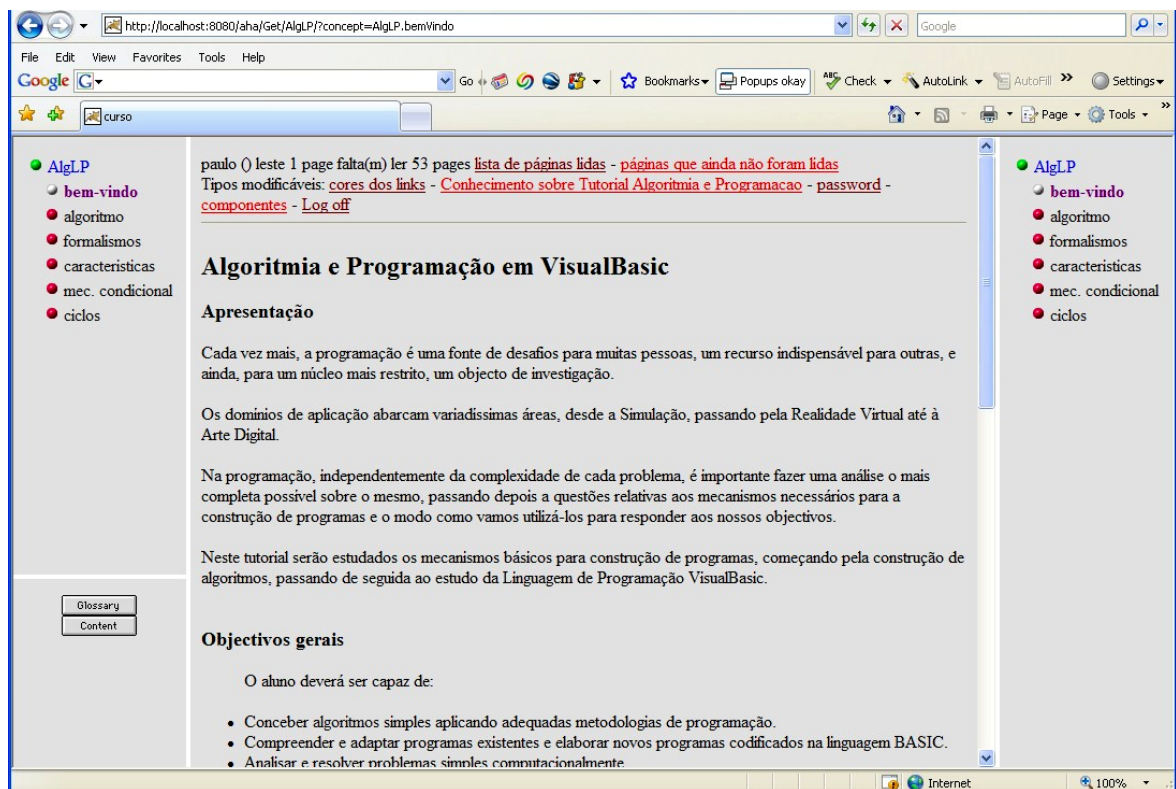


Figura 26- Layout da aplicação

A figura 27 é uma página modelo com as sugestões das actividades que a aplicação possui para um aluno. Neste exemplo, a primeira actividade (*Actividade A*) é aquela que o aluno deve escolher. As restantes actividades devem ser realizá-las quando o sistema assim as sugerir.

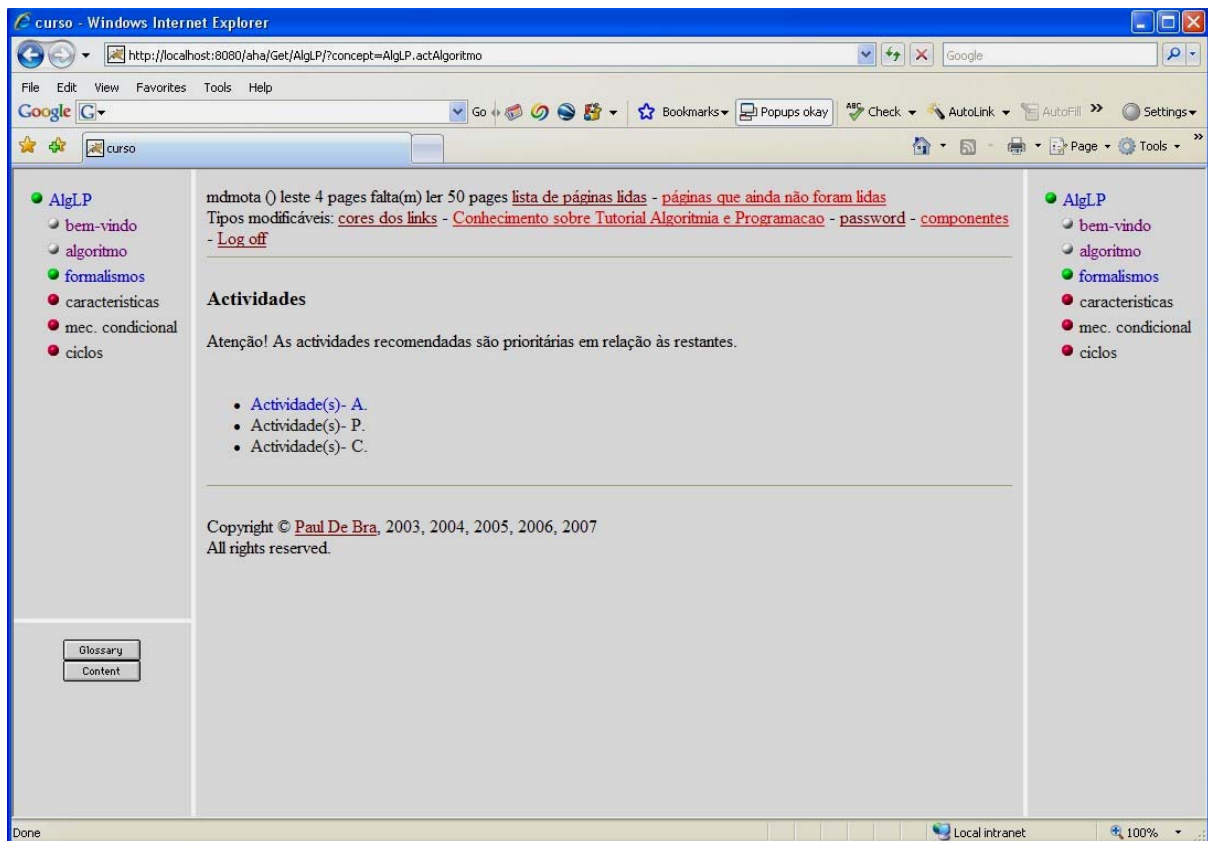


Figura 27- Ecrã da aplicação com sugestões de actividades para o aluno

Para finalizar este capítulo, apresenta-se por último, a descrição da experiência efectuada com alunos em ambiente de sala de aula.

5.2.4 Descrição da experiência e apresentação dos resultados

Com base no plano da investigação apresentado na secção 1.4, é apresentada em seguida, a caracterização da experiência em sala de aula e discutidos os resultados obtidos. No que se refere à caracterização, começa-se por relembrar a proposição subjacente a esta investigação, a seguir descrevem-se os aspectos mais importantes da disciplina APROG, passando-se para a descrição da amostra de alunos e finalmente, apresenta-se os detalhes relevantes do modo de funcionamento da experiência. A metodologia usada para a avaliação foi a observação e a experimentação.

Proposição

- *As aplicações hipermédia adaptativas sustentadas num método de adaptabilidade baseado na Teoria Triárquica da Inteligência contribuem para um equilíbrio maximizado das competências do aluno num contexto semi-presencial.*

Disciplina de APROG

- É uma disciplina de Ciências de Base que visa dar conhecimentos estruturantes na área científica das Ciências da Computação.
- É transversal às nove Licenciaturas do ISEP e funciona em regime semestral. Não requer conhecimentos prévios específicos.
- O programa resumido da disciplina é apresentado na tabela 14. Dado que cada Licenciatura apresenta as suas particulares, normalmente a linguagem de programação usada para implementar os algoritmos é adaptada aos objectivos de cada Licenciatura.

Tabela 14- Resumo do programa da disciplina APROG

1. Definição de algoritmo
2. Descrição de algoritmos
2.1 Descrição Narrativa
2.2 Pseudocódigo
2.3 Fluxograma
3. Propriedades dos algoritmos
4. Dados, Variáveis e Expressões
4.1 Dados, tipos de dados e Operações Primitivas
4.2 Operações de atribuição
4.3 Conversões de tipos
4.4 Expressões
4.5 Prioridade dos operadores
4.6 Avaliação de Expressões
4.7 Operações de Entrada/Saída
5. Estruturas de Decisão
5.1 Instrução de decisão: Se-Então-Senão
5.2 Instruções de decisão “encaixadas”
6. Estruturas de Repetição
6.1 Instrução de repetição: Repetir Para
6.2 Instrução de repetição: Repetir Enquanto
6.3 Estruturas “encaixadas”
7. Implementação dos algoritmos em linguagem VisualBasic

Amostra de alunos

- Nesta experiência participaram 18 alunos do primeiro ano da Licenciatura de Engenharia Química.
- Na amostra de alunos, 10 (55,6%) são do sexo feminino e oito (44,4 %) do sexo masculino.

- Estes alunos já tinham frequentado, no semestre anterior à realização desta experiência, as aulas de APROG tendo os resultados sido muito fracos. O sentimento geral era “Não percebo nada!” e “Não sei como vou fazer a cadeira!”.
- Nesse sentido, esta experiência também tinha um objectivo paralelo que era tentar recuperar estes alunos no sentido de fazerem a disciplina com sucesso.

Modo de funcionamento

- O funcionamento das sessões foi planeado e coordenado pela docente que realizou esta dissertação;
- Foram realizadas duas sessões. Cada sessão estava dividida em duas partes. Uma parte designada “on-line” e outra parte presencial, conforme o modelo descrito na secção 4.2.
- Na parte on-line, os alunos individualmente interagem com a aplicação hipermédia adaptativa para o estudo de um conjunto de tópicos definidos pela docente para cada sessão. De relembrar que a aplicação em causa propõe actividades de aprendizagem adaptadas ao aluno para cada um dos tópicos da matéria.
- Na parte presencial, os alunos resolviam em grupo uma ficha de trabalho com actividades de aprendizagem. Em seguida, era feita a apresentação à turma dos resultados e discussão dos mesmos. A planificação das sessões é apresentada em seguida.

A tabela 15 mostra um resumo com a planificação para a primeira sessão.

Tabela 15- Plano de trabalho da primeira sessão

Sessão:	1			Data: 16.01.08
Início	Fim	Tarefa	Matéria	Local
14.00	14.15	Apresentação.	Informar os alunos do plano de trabalho para a aula. Falar aos alunos sobre os aspectos principais da aplicação.	Anfiteatro
14.20		Sistema on-line	Preencher questionário on-line. Tópico: Algoritmo	Laboratórios (B402/3/4)
		Sistema on-line	Tópico: Formalismos	Laboratórios (B402/3/4)
		Sistema on-line	Tópico: Propriedades	Laboratórios (B402/3/4)
		Sistema on-line	Tópico: Variável	Laboratórios (B402/3/4)
		Sistema on-line	Tópico: Operadores	Laboratórios (B402/3/4)
		Sistema on-line	Tópico: Algoritmos básicos	Laboratórios (B402/3/4)
	16.20	Sistema on-line	Tópico: Mecanismo condicional (simples)	Laboratórios (B402/3/4)
16.30	17.30	Presencial	Tópico: Mecanismo condicional: Se...Então.. Apresentação e discussão das actividades resolvidas.	Anfiteatro

A parte on-line foi planeada para duas horas. Nos primeiros quinze minutos da sessão foram explicados aos alunos alguns procedimentos que deveriam realizar para trabalharem com a aplicação hipermédia adaptativa, como também foi explicado o significado das cores dos *links* e dos ícones do hipertexto. Foi também pedido aos alunos para responderem ao questionário on-line (ver anexo A) que a própria aplicação solicita logo na primeira página de apresentação. Os alunos também ficaram a saber quais os tópicos que tinham de estudar. No anexo D são apresentados alguns exemplos de actividades on-line relativas aos conteúdos desta sessão.

A parte presencial teve duração de sensivelmente uma hora. Nos primeiros trinta e cinco minutos, os alunos resolveram em grupo uma ficha com actividades de aprendizagem e nos últimos 25 minutos, cada grupo apresentou os seus resultados. A discussão dos resultados era sempre incentivada pela docente. No anexo D são apresentados alguns exemplos de actividades presenciais relativas aos conteúdos desta sessão.

A segunda sessão foi realizada três dias depois da primeira. O seu plano encontra-se resumido na tabela 16.

Tabela 16- Plano de trabalho da segunda sessão

Sessão:	2			Data: 19.01.08
Início	Fim	Tarefa	Matéria	Local
09.00	09.15	Apresentação.	Informar os alunos do plano de trabalho para a aula.	Anfiteatro
09.15		Sistema on-line	Tópico: Mecanismo condicional encaixado.	Laboratórios (B402/3/4)
			Actividade on-line	Laboratórios (B402/3/4)
	11.15	Sistema on-line	Tópico: Mecanismo repetitivo.	Laboratórios (B402/3/4)
11.25	12.25	Presencial.	Tópico: Mecanismo condicional e repetitivo. Apresentação e discussão das actividades resolvidas.	Laboratórios (B402/3/4)

A parte on-line desta segunda sessão foi também planeada para duas horas. Nos primeiros quinze minutos, os alunos ficaram a saber qual o plano de trabalho para a sessão. No anexo D são apresentados alguns exemplos de actividades on-line relativas aos conteúdos desta sessão.

A parte presencial teve duração de sensivelmente uma hora. Nos primeiros trinta e cinco minutos, os alunos resolveram em grupo uma ficha com actividades de aprendizagem e nos últimos 25 minutos, cada grupo apresentou os seus resultados. A discussão dos resultados era sempre incentivada pela docente. No anexo D são apresentados alguns exemplos de actividades presenciais relativas aos conteúdos desta sessão.

Análise dos resultados obtidos

A apresentação dos resultados que foram obtidos ao longo da experiência está dividida em três partes. De realçar, que os resultados estão subdivididos pelas componentes de inteligência – analítica, prática e criativa –, de acordo com a proposição deste trabalho.

Na primeira parte, apresentam-se os resultados dos questionários on-line que os alunos responderam quando começaram a trabalhar com a aplicação. Na segunda e terceira partes, são mostrados e discutidos os resultados da primeira e da segunda sessão, respectivamente. Finalmente, são descritas as conclusões deste trabalho.

A tabela 17 apresenta os resultados obtidos através dos questionários on-line, por aluno e por componente de inteligência. Os dados para a construção destes resultados foram lidos a partir de ficheiros .xml que o AHA! cria automaticamente.

Tabela 17- Resultados dos questionários on-line

Alunos	Sexo	Inicialização das componentes		
		A	P	C
X01	Masc.	30	50	30
X02	Masc.	30	40	10
X03	Masc.	60	60	100
X04	Fem.	50	40	20
X05	Fem.	40	50	10
X06	Masc.	40	50	20
X07	Fem.	40	50	40
X08	Fem.	70	50	20
X09	Masc.	40	10	0
X10	Masc.	60	50	30
X11	Masc.	60	60	10
X12	Masc.	70	90	60
X13	Fem.	70	40	30
X14	Fem.	30	50	10
X15	Fem.	60	70	40
X16	Fem.	40	30	50
X17	Fem.	50	40	20
X18	Fem.	10	30	0

Legenda :A- Analítica; P- Prática; C- Criativa; Fem.- Feminino; Masc.- Masculino

Os resultados do questionário (ver figura 28) evidenciam que a componente criativa é aquela onde os alunos apresentam uma avaliação mais fraca, o que em princípio tem relação com a área do curso que frequentam – Engenharia. Constata-se também que o sexo feminino tem avaliações mais baixas às três componentes com base nas médias calculadas para cada uma.

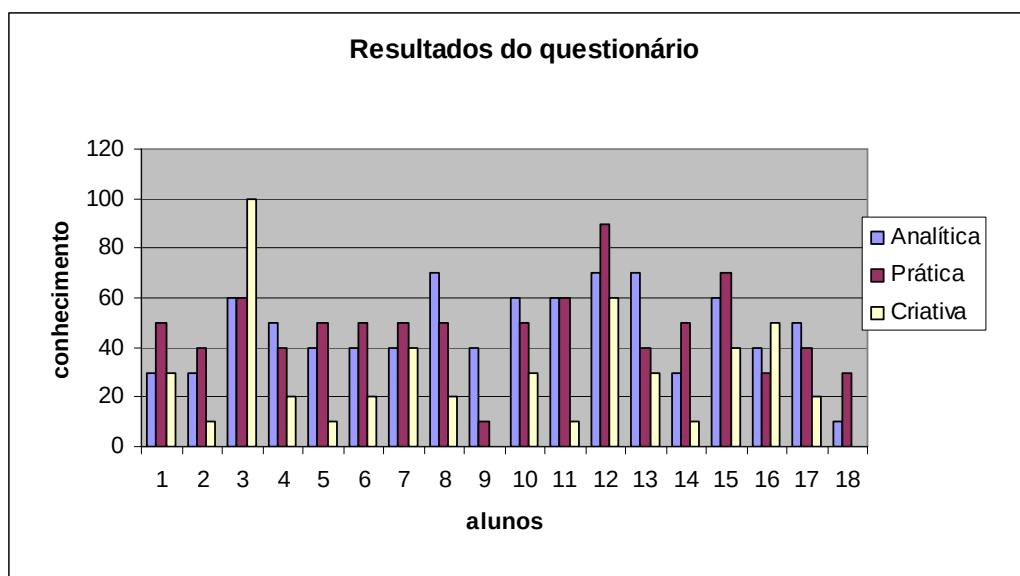


Figura 28- Resultados dos alunos ao questionário on-line

			Média	A	P	C	
Média comp. A =	47,22	Desvio p. A =	16,74	Fem.=	46,00	45,00	24,00
				Masc.=	48,75	51,25	32,50
Média comp. P =	47,78	Desvio p. P =	17,00	Desvio p.			
				Fem.=	18,38	11,79	15,78
Média comp. C =	27,78	Desvio p.C =	24,39	Masc.=	15,53	22,32	32,84

No que respeita aos resultados da primeira sessão, eles foram calculados com base nas avaliações às actividades de aprendizagem on-line que os alunos efectuaram. Estes resultados são mostrados na tabela 18.

Constata-se que todas as componentes tiveram uma subida significativa mais evidenciada para os alunos do sexo masculino.

Paralelamente, os resultados de cada aluno às três componentes mostram que o equilíbrio entre as mesmas é maior do que aquele mostrado inicialmente (ver figura 29).

Tabela 18- Resultados no fim da primeira sessão

Alunos	Sexo	1ª Sessão		
		A	P	C
X01	Masc.	82	62	68
X02	Masc.	65	66	59
X03	Masc.	75	88	100
X04	Fem.	62	66	62
X05	Fem.	61	50	60
X06	Masc.	80	62	91
X07	Fem.	66	75	51
X08	Fem.	77	30	24
X09	Masc.	78	74	66
X10	Masc.	60	72	52
X11	Masc.	96	73	80
X12	Masc.	77	90	47
X13	Fem.	82	70	73
X14	Fem.	58	74	72
X15	Fem.	67	37	37
X16	Fem.	55	61	46
X17	Fem.	50	47	21
X18	Fem.	55	51	46

Legenda :A- Analítica; P- Prática; C- Criativa; Fem.- Feminino; Masc.- Masculino

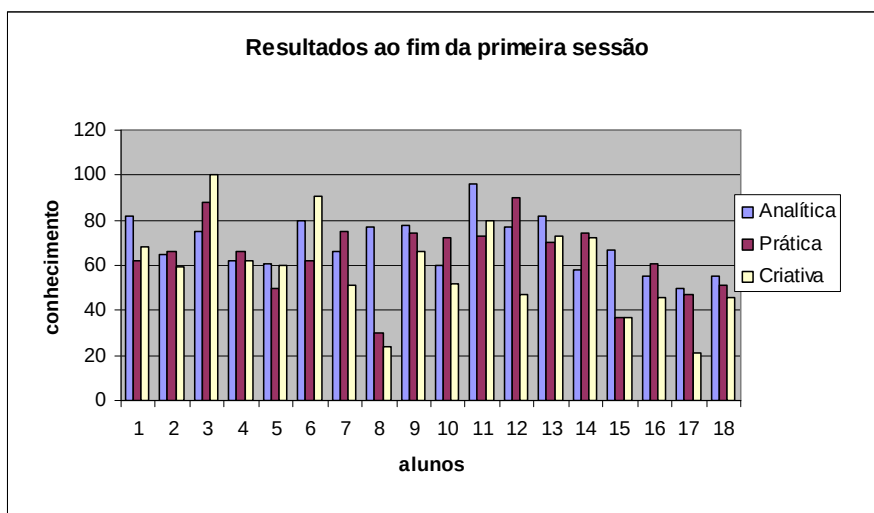


Figura 29- Resultados no fim da primeira sessão

		Média	A	P	C
Média comp. A =	69,22	Desvio p. A =	12,20	Fem.=	63,30
				Masc.=	56,10
Média comp. P =	63,78	Desvio p. P =	15,94	Desvio p.	49,20
				Fem.=	76,63
Média comp. C =	63,78	Desvio p.C =	20,86	Masc.=	73,38
					16,54

Finalmente, os resultados da experiência, calculados com base nas avaliações às actividades de aprendizagem on-line que os alunos efectuaram desde o momento que trabalharam com a aplicação, são apresentados na tabela 19.

Verifica-se que as médias das componentes de inteligência desceram um pouco quer ao nível da turma, quer analisada por sexo. As razões podem estar relacionadas com os conteúdos em si. Enquanto que na primeira sessão os conteúdos eram mais simples e um pouco mais familiares aos alunos, dado que já tinham frequentado APROG, os conteúdos da segunda sessão têm um grau de dificuldade significativamente superior. De realçar que a componente criativa em especial melhorou significativamente.

No entanto, os resultados de cada aluno às três componentes evidenciam um equilíbrio superior ao mostrado inicialmente (ver figura 30).

Tabela 19- Resultados no fim da segunda sessão

Alunos	Sexo	2ª Sessão		
		A	P	C
X01	Masc.	82	81	65
X02	Masc.	70	70	64
X03	Masc.	87	57	100
X04	Fem.	59	49	68
X05	Fem.	65	43	67
X06	Masc.	72	17	91
X07	Fem.	58	87	56
X08	Fem.	77	44	48
X09	Masc.	78	46	43
X10	Masc.	42	72	52
X11	Masc.	64	66	90
X12	Masc.	43	90	81
X13	Fem.	82	80	49
X14	Fem.	27	74	17
X15	Fem.	46	18	56
X16	Fem.	65	55	27
X17	Fem.	50	61	48
X18	Fem.	55	50	23

Legenda :A- Analítica; P- Prática; C- Criativa; Fem.- Feminino; Masc.- Masculino

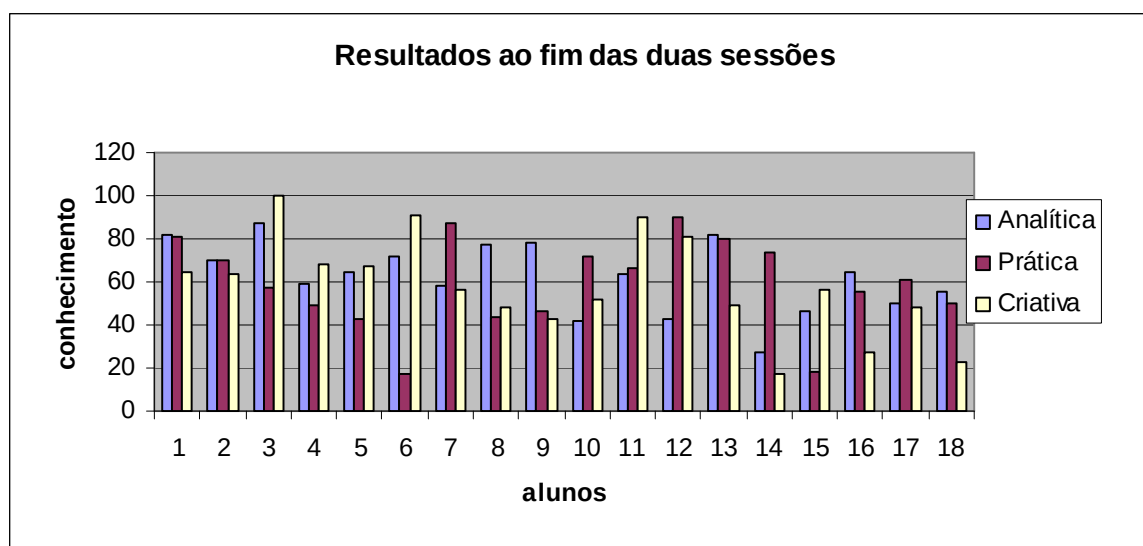


Figura 30- Resultados dos alunos após as duas sessões, por competência

				Média	A	P	C
Média comp. A =	62,33	Desvio p. A =	16,36	Fem.=	58,40	56,10	45,90
Média comp. P =	58,89	Desvio p. P =	21,05	Masc.=	67,25	62,38	73,25
				Desvio p.			
Média comp. C =	58,06	Desvio p.C =	23,12	Fem.=	15,68	20,35	17,87
				Masc.=	16,86	22,77	20,32

Por último, a tabela 20 mostra os desvios padrões por cada grupo de competências de cada aluno obtidos no momento inicial e final da experiência.

As linhas com cor azul identificam os alunos que conseguiram da primeira para a segunda sessão obter resultados mais equilibrados às três competências. Constata-se que dez em dezoito alunos estão nesta situação. Dentro do conjunto dos dez alunos, cinco são do sexo feminino. Dado que existem só oito alunos do sexo masculino, o grupo masculino parece ter conseguido melhores resultados.

Também se verificaram resultados peculiares de alunos que subiram à componente que tinham inicialmente uma avaliação mais baixa e desceram às outras duas, o que é o caso do aluno X15. No entanto, pode-se constatar que a maioria subiu pelo menos a duas das componentes.

Tabela 20- Resultados comparativos, com base nos desvios padrões, às três competências, por aluno, no momento inicial e final da experiência

Alunos	Incialização das componentes			Desvio P.
	A	P	C	
X01	30	50	30	9,42809
X02	30	40	10	12,4722
X03	60	60	100	18,8562
X04	50	40	20	12,4722
X05	40	50	10	16,9967
X06	40	50	20	12,4722
X07	40	50	40	4,71405
X08	70	50	20	20,548
X09	40	10	0	16,9967
X10	60	50	30	12,4722
X11	60	60	10	23,5702
X12	70	90	60	12,4722
X13	70	40	30	16,9967
X14	30	50	10	16,3299
X15	60	70	40	12,4722
X16	40	30	50	8,16497
X17	50	40	20	12,4722
X18	10	30	0	12,4722

Alunos	Após duas sessões			Desvio P.
	A	P	C	
X01	82	81	65	7,78888
X02	70	70	64	2,82843
X03	87	57	100	18,0062
X04	59	49	68	7,7603
X05	65	43	67	10,873
X06	72	17	91	31,3794
X07	58	87	56	14,1657
X08	77	44	48	14,7045
X09	78	46	43	15,8395
X10	42	72	52	12,4722
X11	64	66	90	11,8134
X12	43	90	81	20,3688
X13	82	80	49	15,107
X14	27	74	17	24,8507
X15	46	18	56	16,0831
X16	65	55	27	16,0831
X17	50	61	48	5,71548
X18	55	50	23	14,0554

Conclusões da experiência

Os resultados tendencialmente apontam para uma melhoria dos resultados dos alunos no que respeita a um equilíbrio das competências individuais.

Paralelamente, as médias obtidas a cada uma das componentes – analítica, prática e criativa – no início da experiência comparativamente com aquelas obtidas no final mostram que melhoraram significativamente, o que juntando ao resultado anterior, parece sugerir que a proposição desta experiência se verificou.

Constata-se também que os alunos do sexo masculino foram aqueles que obtiveram melhores resultados. Uma possível razão para este caso, pode estar relacionada com o facto de normalmente as alunas de cursos menos tecnológicos, como é o caso do curso de Química, estarem menos sensibilizadas para trabalhar com computadores. Observou-se,

por exemplo, que os alunos do sexo masculino colocavam muito menos questões sobre o funcionamento da aplicação do que as alunas.

Alguns alunos pioraram a uma ou a duas componentes e melhoraram à componente que inicialmente tinham pior avaliação. Também não é possível concluir com exactidão a razão para essa constatação, a não ser que a aplicação tivesse sugerido mais vezes as actividades que tinham como objectivo treinar a competência com pior resultado.

De sublinhar que as actividades presenciais, apesar de não terem sido alvo de avaliação específica, certamente contribuíram para um melhor desempenho dos alunos na componente on-line, não obstante de esta anteceder a componente presencial em cada uma das sessões.

Foi também possível observar-se o empenho dos alunos durante a interacção com a aplicação hipermédia o que foi muito satisfatório.

Concluindo, os resultados obtidos nesta experiência parecem apontar no sentido de uma melhoria dos resultados das competências dos alunos quer ao nível de um melhor equilíbrio das mesmas, por aluno, quer ao nível dos resultados globais às três competências, o que mostra a utilidade de um modelo de ensino-aprendizagem em regime semi-presencial, e mais precisamente, às vantagens dos SHAs integrados no ensino de matérias curriculares.

6 CONCLUSÕES

A realização deste trabalho centrou-se na concepção e implementação de um método de adaptabilidade de conteúdos multimédia num contexto semi-presencial. De modo a cumprir esse objectivo, foi realizada uma investigação em duas áreas do conhecimento: Sistemas Hipermedia Adaptativos e Teorias da Inteligência Humana. O resultado deste cruzamento deu origem à proposta de um modelo, “Modelo de Ambiente de Aprendizagem Inteligente”, ILEM (*Intelligent Learning Environment Model*).

Com base nos princípios da Teoria Triárquica da Inteligência (de sucesso), apresentada no capítulo 2, idealizou-se um método de adaptabilidade de conteúdos que contribuísse para um equilíbrio maximizado das competências – analítica, prática e criativa – dos alunos. Por sua vez, este método foi integrado no modelo de ensino-aprendizagem ILEM.

A escolha da TTI tem três principais razões:

1. Em primeiro lugar, o facto de nos identificarmos com os princípios da mesma. De salientar que a classificação triárquica das actividades de ensino-aprendizagem é mais rica do que aquela no modelo de ensino tradicional.
2. Em segundo lugar, é uma teoria inovadora na forma como faz a ligação do mundo académico para a vida profissional. Segundo esta teoria, os alunos devem praticar várias competências – analítica, prática e criativa – para conseguirem ultrapassar problemas quer do foro profissional quer do foro pessoal.
3. Em terceiro e último lugar, R. Sternberg e os seus colaboradores realizaram algumas experiências no contexto educativo para validar a TTI. Os resultados foram reveladores das potencialidades da teoria. Uma das razões apontadas relaciona-se com o facto de um maior número de alunos se empenhar na realização das tarefas propostas, o que à partida não é de admirar uma vez que a teoria é mais rica em actividades e por conseguinte, proporciona a uma maior abrangência.

O modelo de ensino-aprendizagem proposto, apresentado no capítulo 4, foi desenhado segundo o seguinte princípio: “Balanceamento, na esfera pessoal e da turma, de actividades

analíticas, práticas e criativas no contexto da sala de aula”. Este modelo contempla dois cenários complementares de ensino na sala de aula: o presencial e on-line.

A implementação deste modelo engloba vários passos por parte do docente/autor:

1. A definição de objectivos para a disciplina a leccionar;
2. A criação de um plano que contemple a componente presencial e a componente on-line, no que respeita à divisão de conteúdos, à definição das actividades de aprendizagem e à selecção de métodos/técnicas de ensino apropriados, tudo numa perspectiva triárquica;
3. A criação de conteúdos, das actividades de aprendizagem, dos objectos e/ou dos fragmentos, classificando-os triarquicamente;
4. A criação de páginas xhtml com o conteúdo, preparado no ponto anterior, e inclusive, os *links*;
5. A criação do modelo conceptual, recorrendo a uma ferramenta de autor;
6. A definição das regras responsáveis pela realização da adaptação ao aluno;
7. A criação das actividades de aprendizagem on-line.

Os pontos 4 a 7 dizem respeito à concretização dos pontos que lhes antecedem e fazem parte da sequência de passos gerais que envolveram o desenvolvimento da aplicação hipermédia adaptativa para a componente on-line do modelo. Esta aplicação foi construída com recurso à ferramenta AHA!, descrita no capítulo 5.

Para a escolha da plataforma AHA! contribuíram várias factores, dos quais se destacam:

1. O AHA! disponibiliza um conjunto significativo de ferramentas para a criação: do domínio conceptual, de testes de múltipla escolha, de formulários, entre outras;
2. Implementa um conjunto significativo de técnicas de adaptação de conteúdos e de navegação úteis para os objectivos deste trabalho, designadamente “anotação de *links*” e “inserção de objectos”.

3. É uma ferramenta *open source* e nesse sentido, é possível adicionar outras componentes necessárias ao cumprimento dos objectivos do autor. No âmbito deste trabalho, foi adicionado à plataforma um programa para fazer a manutenção das componentes/habilidades – analítica, prática e criativa –, do aluno.

A criação da aplicação hipermédia adaptativa pressupunha a existência de um método de adaptabilidade de actividades de aprendizagem ao aluno em consonância com os pressupostos teóricos. Nesse sentido, foi necessário criar um algoritmo específico para a aplicação. O algoritmo, descrito na secção 4.2.5, tem como objectivo principal fornecer sugestões de actividades de aprendizagem on-line, adaptadas às características de inteligência do aluno. Para realizar a adaptação, o algoritmo recolhe a informação necessária existente no modelo do aluno, mais precisamente, os atributos que armazenam os resultados do aluno a cada uma das três competências. O critério geral para a construção das sugestões é dar prioridade à actividade – analítica, prática ou criativa –, que o aluno mostrou ter piores resultados até um determinado momento. A forma de transmissão destas sugestões é realizada através da cor dos *links* do hipertexto os quais permitem aceder às actividades.

Na aplicação hipermédia adaptativa, também foi usada a técnica do AHA! para inclusão de objectos e de fragmentos. Esta técnica mostrou-se interessante para substituir algumas áreas das páginas xhtml. Uma situação típica, é a substituição de um exemplo ilustrativo por outro, fazendo depender esse processo do número de visitas que o aluno fez à página que o visualiza.

Finalmente, realizou-se uma avaliação num contexto de sala de aula. O objectivo da avaliação foi validar a componente on-line do modelo ILEM em complemento da componente presencial.

Os resultados tendencialmente apontaram para uma melhoria dos resultados dos alunos no que respeita ao equilíbrio das competências individuais. As médias obtidas da primeira para a segunda sessão relativamente a cada uma das componentes – analítica, prática e criativa –, melhoraram significativamente, o que, juntando ao resultado anterior, parece sugerir que **a proposição que esteve na base desta experiência é verdadeira.**

Constatou-se também que os alunos do sexo masculino foram aqueles que obtiveram melhores resultados. Uma possível razão para este caso, pode estar relacionada com o facto de normalmente as alunas de cursos menos tecnológicos, como é o caso do curso de Química, estarem menos sensibilizadas para trabalhar com computadores.

Alguns alunos pioraram a uma ou a duas componentes e melhoraram à componente que inicialmente tinham pior avaliação. Também não é possível concluir com exactidão a razão para esse facto, a não ser que a aplicação tivesse sugerido mais vezes as actividades que tinham como objectivo treinar a competência com pior resultado para o aluno.

De sublinhar que as actividades presenciais, apesar de não terem sido alvo de avaliação específica, certamente contribuíram para um melhor desempenho dos alunos na componente on-line, não obstante de esta anteceder a componente presencial em cada uma das sessões.

Desta avaliação foi também possível observar-se o empenho dos alunos durante a interacção com a aplicação, o que foi muito satisfatório.

Concluindo, os resultados obtidos nesta experiência parecem apontar no sentido de uma melhoria dos resultados das competências dos alunos quer ao nível de um melhor equilíbrio das mesmas, por aluno, quer ao nível dos resultados globais às três competências e sendo assim, a aplicação hipermédia adaptativa sustentada num modelo de adaptabilidade baseado na Teoria Triárquica da Inteligência mostrou contribuir para um equilíbrio maximizado das competências do aluno num contexto semi-presencial.

Desenvolvimentos futuros

Considerando as conclusões referidas é proposto como trabalho futuro:

1. Aperfeiçoar a implementação da aplicação hipermédia adaptativa quer ao nível da interface gráfica, quer ao nível da criação de meios para possibilitar a alteração de alguns dos parâmetros usados pelo algoritmo que faz a adaptação.
2. Validar o algoritmo da aplicação para outro conjunto de requisitos. Por exemplo, o algoritmo não sugere mais do que duas vezes consecutivas o mesmo tipo –

analítico, prático e criativo – de actividade de aprendizagem. Esse número pode ser um dos requisitos a alterar e validar;

3. Estudar critérios para criar grupos de alunos com o objectivo de melhor os resultados individuais. Para esses critérios podem contribuir o tipo de competências individuais;
4. Validar o modelo ILEM para alunos que não pertencem à área de Engenharia e estudar o seu comportamento;
5. Aprofundar conhecimentos sobre o tema da criatividade aplicada ao contexto da Engenharia e das características dos alunos desta área.

REFERÊNCIAS

- Akscyn, R., McCracken, D. e Yoder, E. (1988). "A distributed hypermedia system for managing knowledge in organizations". *Communications of the ACM*, Vol. 31, N.7, p. 820-835.
- Altet, M. (1999). *As pedagogias da aprendizagem*. Lisboa: Instituto Piaget, ISBN: 9789727712458.
- Bárrios, A. *Enciclopédia Geral da Educação: Psicologia da Educação*. Vol. 2, Ed. Oceano, ISBN: 972-8528-62-0 (obra completa).
- Bettencourt, T. (1997). "Possíveis Razões para uma Utilização Educativa da Internet." – II Simpósio de Investigação e Desenvolvimento de Software Educativo. Universidade de Coimbra.
- Branco, A. (2004). *Para além do QI: Uma perspectiva mais ampla da inteligência*. 1ª ed., Coleção: Nova Era, Quarteto, ISBN: 9895580320.
- Brody, N. (2000). "History of Theories and Measurements of Intelligence". *Handbook of Intelligence*. Robert Sternberg (Ed.), Cambridge University Press, p. 16-33, ISBN: 0-521-59648- 3.
- Brusilovsky, P. (2004). "Adaptive Educational Hypermedia: From generation to generation". In *Proceedings of 4th Hellenic Conference on ICT in Education*, p. 19-33.
- Brusilovsky, P. (2003). "Developing adaptive educational hypermedia systems: From design models to authoring tools". *Authoring Tools for Advanced Technology Learning Environment*. T. Murray, S. Blessing and S. Ainsworth (Eds.), Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p. 377-409.
- Brusilovsky, P. (2001). "Adaptive Educational Hypermedia" (Invited talk). In *Proceedings of 10th International PEG Conference*, p. 8-12.
- Brusilovsky, P. (2001a). "Adaptive Hypermedia. User Modeling and User-Adapted Interaction". Kluwer Academic Publishers. Vol. 11, 1-2, p. 87-110.
- Brusilovsky, P. (2000). "Adaptive Hypermedia: from Intelligent Tutoring Systems to Web-based education". In *Proceedings of Intelligent Tutoring Systems Conference*, p. 1-7.
- Brusilovsky, P. (1996). "Methods and techniques of adaptive hypermedia". *International Journal of User Modeling and User-Adapted Interaction*. Kluwer Academic Publishers, Vol. 6, 2-3, p. 87-129.
- Brusilovsky, P. e Millán, E. (2007). "User Models for Adaptive Hypermedia and Adaptive Educational Systems". *The Adaptive Web: Methods and Strategies of Web Personalization*. In P. Brusilovsky, A. Kobsa and W. Neidl (Eds.), LNCS, Vol. 4321, Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag, p. 3-53.
- Brusilovsky, P., Santic, T. e De Bra, P. (2003). "A flexible layout model for a Web-based adaptive hypermedia architecture". In *Proceedings of the AH2003 Workshop, TU/e CSN 03/04*, p. 77-86.
- Brusilovsky, P., Eklund, J., e Schwarz, E. (1998). "Web-based education for all: A tool for developing adaptive courseware". In *Proceedings of Seventh International WWW Conference, Computer Networks and ISDN Systems*, Vol. 30, N.1-7, p. 291-300.
- Bush, V. (1945). "As we may think". *The Atlantic Monthly*, Vol. 176, N. 1, p. 101-108.

- Cardoso, E. (2003). “Papel das Tecnologias de Informação e Comunicação no Desenvolvimento do Ensino Superior – Necessidades e Objectivos”. 3ª Ed. Do Challenges – III Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação – Centro de Competências Nónio séc. XXI da Universidade do Minho.
- Carmona, C., Bueno, D., Eduardo Guzman e Conejo, R. (2002). “SIGUE: Making Web Courses Adaptive”. In Proceedings of Second International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems (AH’2002), De Bra, P. Brusilovsky e R. Conejo (Ed.), p. 376-379.
- Carrillo, C. (2004). *Intelligent agents to improve adaptativity in a WEB - based learning environment*. Tese de Doutoramento. [Disponível em – repositorium]
- Carro, R., Pulido E. e Rodriguez, P. (2000). “A tool for the construction of adaptive Web sites”. In Informatik-Informatique, special issue on Corporate Websites, Vol. 5, Octobre 2000, p. 5-10.
- Carroll, J. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Carvalho, C. (2001). *Uma Proposta de Ambiente de Ensino Distribuído*. Dissertação de Doutoramento, Universidade do Minho.
- Castells, M. (2004). *A GALÁXIA INTERNET : Reflexões sobre Internet, Negócios e Sociedade*. Tradução de Rita Espanha. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.
- Castells, M. (2002). *A Sociedade em Rede. A Era da Informação: Economia, Sociedade e Cultura*. Vol. 1, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.
- Cattell, R. (1971). *Abilities: Their structure, growth, and action*. Boston: Houghton Mifflin.
- Collis, B. (2006). “Tecnología de la información en la educación superior: paradigmas emergentes”. In Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento, Vol. 2, N. 2, ISSN 1698-580X.
- Conklin, J. (1987). “Hypertext: An introduction and survey”. IEEE Computer Society Press, Vol. 20, N. 9, p. 17-41.
- Cristea, A. e De Mooij, A. (2003). “LAOS: Layered WWW AHS Authoring Model and their corresponding Algebraic Operators”. In Proceedings of WWW’03 Conference, ACM, IW3C2.
- De Bra, P., Smits, D., Stash, N. (2006). “The Design of AHA!”. In Proceedings of the ACM Hypertext Conference, versão on-line em <http://aha.win.tue.nl/ahadesign> (última consulta 30.jun.2008).
- De Bra, P., Smits, D., Stash, N. (2006a). “Creating and Delivering Adaptive Courses with AHA!”. In Proceedings of the first European Conference on Technology Enhanced Learning, EC-TEL 2006, Springer LNCS 4227, p. 21-33.
- De Bra, P., Aerts, A., Berden, B. e De Lange, B. (2003). “Escape from the Tyranny of the Textbook: Adaptive object inclusion in AHA!”. In Proceedings of the AACE ELearn Conference, p. 65-71.
- De Bra, P., e Calvi, L. (1998). “AHA! An open Adaptive Hypermedia Architecture”. The new review of hypermedia and multimedia, Taylor Graham Publishers, N. 4, p. 115-139.

- Donello, J. (2002) – “Theory & Practice: Learning Content Management Systems”. Publicado em LeadingWay Knowledge Systems (disponível em: http://www.leadingway.com/nl-back/Newsletter07_19_02.htm) (última consulta em 17 de Julho de 2008)
- Engelbart, D. (1963). “A conceptual framework for the augmentation of man’s intellect”. In Vistas in Information Handling, P. Howerton (Ed), Spartan Books, Vol. 1, p. 1-29.
- Faria, L., Pepi, A. e Alesi, M.(2006). “Personal conceptions of intelligence: cross-cultural comparisons between Portuguese and Italian students”. Publicado na Revista Social Behavior and Personality, Vol. 34, Nº 7, p. 815-826.
- Faria, L. (2002). “Teorias implícitas da inteligência: Estudos no contexto escolar português.” Publicado na Revista Paidéia, Vol. 12, Nº 93, p. 93.
- Forbus, K. e Feltovich, P. (2001). “The coming revolution in educational technology”. Smart Machines in Education. Kenneth D. Forbus e Paul J. Feltovich (Ed). AAAI/MIT Press. ISBN 0-262-56141-7.
- Frasson, C., Gauthier, G. e Lesgold, A. (1996)- “Intelligent Tutoring Systems”. In Proceedings of the Third International Conference, ITS’96, LNCS 1086, Springer (Berlin).
- Gardner, H. (1983/1993). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. New York: Basic Books (tradução: (1995), Estruturas da mente – a teoria na prática. Porto Alegre: Artes Médicas).
- Gardner, H. (1999). “Are these additional intelligences? The case for naturalist, spiritual, and existential”. Education, information, and transformation, J. Kane (Ed.), Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, p. 111-131.
- Gardner, H. (2001). *La inteligencia reformulada*. Paidós Iberica Ediciones SA, ISBN: 8449310296.
- Goleman, D. (1995). *Emotional Intelligence*. New York: Bantam Books.
- Halasz, F. (1988). “Reflections on NotecCards: seven issues for the next hypermedia systems”. Communications of the ACM, Vol. 31, N. 7, p. 836-852.
- Halasz, F., Moran, T. e Trigg, R. (1987). “NoteCards in nutshell” In Proceedings of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems and Graphics Interface (CHI+GI’87), p. 45-52.
- Halstead, W. (1951).”Biological intelligence”. Journal of Personality, N. 20, p. 118-130.
- Horn, J. (1991). “Measurement of intellectual capabilities: A review if theory”. K. S. McGrew, J. K. Werder & R. W. Woodcock (Eds.), WJ-R Technical Manual, p. 197-245, Allen,TX:DLM.
- Huffman, K., Vernoy, M. e Vernoy, J. (2003). *Psicologia*. Editora Atlas S.A., São Paulo.
- Lai, P. e Manber, U. (1991). “Flying through hypertext”. In Proceedings of the ACM Conference on Hypertext (Hypertext’91), p. 123-132.
- Levy, J., Trevarthen, C., e Sperry, R.W. (1972). “Perception of bilateral chimeric figures following hemispheric deconnexion”. Brain, Vol. 95, N. 1, p. 61-78.
- Lippman, A. (1980). “An application of the optical videodisc to computer graphics”. Computer Graphics, Vol. 14, N. 3, p. 32-43.

- Lunneborg, C. (1977). "Choice reaction time: What role in ability measurement?" *Applied Psychological Measurement*, Vol.1, N. 3, p. 309-330.
- Lucas, J., Martins, C., Silveira, R. e Carvalho, C. (2005). "Ferramentas de autoria de sistemas hipermídia adaptativos para aprendizagem: Um ponto de situação". *Tecnologias na educação*. Vol. 2, N. 2.
- Luria, A. (1980). *Higher cortical functions in man*. 2ª Ed. New York: Basic.
- Macías, J. e Castells, P. (2001). "Interactive Design of Adaptive Couses. Computers and Education – Towards an Interconnected Society". Ortega, M. e Bravo, J. (Ed), Dordrecht: Kluwer, p. 235-242.
- Martins, C., Faria, L. Carrapatoso, E. e Carvalho, C. (2008). "User Modeling in Adaptive Hypermedia Educational Systems". *Educational Technology & Society*, 11, (1), ISSN 1436-4522, p. 194-207.
- Mayer, J. e Salovey, P. (1993). "The intelligence of emotional intelligence.", Vol. 17, N. 4, p. 433-442.
- Mayer, J., Salovey, P. e Caruso, D. (2004). "Models of Emotional Intelligence". *Handbook of intelligence*. Robert Sternberg (Ed.), Cambridge University Press, ISBN 0 521 59648 3.
- Miranda, M. (2002). "A inteligência humana: Contornos da pesquisa". *Revista Paidéia*, Vol. 12, N. 23.
- Mota, D., Oliveira, E., Mouta, F. (2004). "MyClass A Web-based system to support interactive learning in virtual environments". *Workshop on Modelling Human Teaching Tactics and Strategies in Intelligent Tutoring Systems*. Jack Mostow, Patrícia Tedesco (Eds.)
- Murray, T. (2002). "MetaLinks: Authoring and affordances for conceptual and narrative flow in adaptive hyperbooks". *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, Vol. 13, N. 2-4, p . 197-231.
- Nelson, T. (1965). "A file structure for Complex, the Changing, and the Indeterminant". *Conferência Nacional ACM*, Cleveland, OH, USA, p. 84-100.
- Nelson, T. (1988). *Literary Machines*. Mindful Press, Sausalito, California, Ed.1988, ISBN 0893470554.
- Neto, C. (2006). *O papel da Internet no Processo de Construção do Conhecimento: uma perspectiva crítica sobre a relação dos alunos do 3º Ciclo com a Internet*. Dissertação de Mestrado em Ciências de Comunicação – Comunicação, Cidadania e Educação. Universidade do Minho.
- Neumann, G. e Zirvas, J. (1998). "SKILL – A scallable Internet-based teaching and learning system". Maurer, H. e Olson, R. G. (eds), *Proccedings of WebNet'98, World Conference of WWW, Internet and Intranet*, Orlando, FL, AACE.
- Nielson, J. (1990). *Hypertext and Hypermedia*. Academic Press, Boston, MA.
- Oliveira, J. (2007). *Psicologia da Educação. 1- Aprendizagem – Aluno*. (2ªEd). Livpsic. ISBN 972-8082-92-4.
- Oliveira, J., Silva, L., Freitas, V., Marçal, V., Gasperini, I. e Amaral, M. (2003). "AdaptWeb: na Adaptive Web-based Courseware". *Annual Ariadne Conference'03*.

- Ossenbruggen, J. (2001). *Processing Structured Hypermedia – A matter of style*. Tese de Doutorado.
- Paiva, J. (1997). “A Internet na Educação”. *Brotéria*, N. 145, p. 157-170.
- Patrelli, D., Baggio, D. e Pezzulo, G. (2000). “Adaptive Hypertext Design Environments: Putting principles into practice”. *International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-based Systems (AH2000)*, LNCS 1892, Springer-Verlag, p. 202-213.
- Primi, R. (2003). *Inteligência: Avanços nos Modelos Teóricos e nos Instrumentos de Medida. Avaliação Psicológica*, N. 1, p. 67-77.
- Primi, R. e Santos, A. (2001). “Competências e Habilidades Cognitivas: Diferentes definições e diferentes constructos”. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, Vol.17, N. 2, p. 151-159.
- Quint, V. e Vatton, I. (1992). “Combining hypertext and structured documents in grif.” *Proceedings of the ACM European Conference on Hypertext (ECHT’92)*, p. 23-32.
- Ramaiah, C. (1992). “An Overview of Hypertext and Hypermedia”. *International Information, Communication & Education*, Vol. 11, N. 1.
- Romero, C., Martin-Palomo, S., De Bra, P., Ventura, S. (2004). “An Authoring Tool for Web-Based and Classical Tests”. *Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*. G. Richards (Ed.), p. 174-177.
- Sanrach, C. e Grandbastien, M. (2000). ECSAIWeb. “A Web-based authoring system to create adaptive learning systems”. *Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-based Systems, AH2000*. P. Brusilovsky, O. Stock e C. Strapparava (Ed.), Berlim: Springer-Verlag, p. 214-226.
- Saraiva, C., e Argimon, I. (2007). “Ciência da Computação e Ciência Cognitiva”. *Ciências e Cognição*, Vol. 12, p. 150-155, ISSN 1806-5821.
- Schelini, P. (2006). “Teoria das inteligência fluida e cristalizada – Início e evolução”. *Estudos de Psicologia*, Vol. 11, N. 3, p.323-332.
- Specht, M., Kravcik, M., Klemke, R., Pesin, L. e Huttenhain, R. (2002). “Adaptive Learning Environment (ALE) for Teaching and Learning in WINDS”. *Second International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems (AH’2002)*, Vol. 2347, Berlim: Springer-Verlag, p. 572-581.
- Specht, M., e Oppermann, R. (1998). “ACE – Adaptive Courseware Environment”. *The New Review of Hypermedia and Multimedia*, N. 4, p. 141-161.
- Sleeman, D. e Seely, J. (1982). *Intelligent Tutoring System*. Academic Press (London).
- Stash, N. (2005). “Adaptive Hypermedia 2ID20 Course 5. Application of Learning Styles in AHA!”. Disponível em: <http://wwwis.win.tue.nl/~acristea/AH/CoursePowerpoints&Demos/AH5.ppt> (última consulta em: 30.jun.08)
- Stash, N. e De Bra, P., (2004). “Incorporating cognitive styles in AHA! (The adaptive hypermedia architecture)”. *Proceedings of the IASTED International Conference WEB-BASED EDUCATION*, p. 378-383.
- Stash, N. e De Bra, P., (2003). “Building adaptive presentations with AHA! 2.0”. *Proceedings of the PEG Conference*.

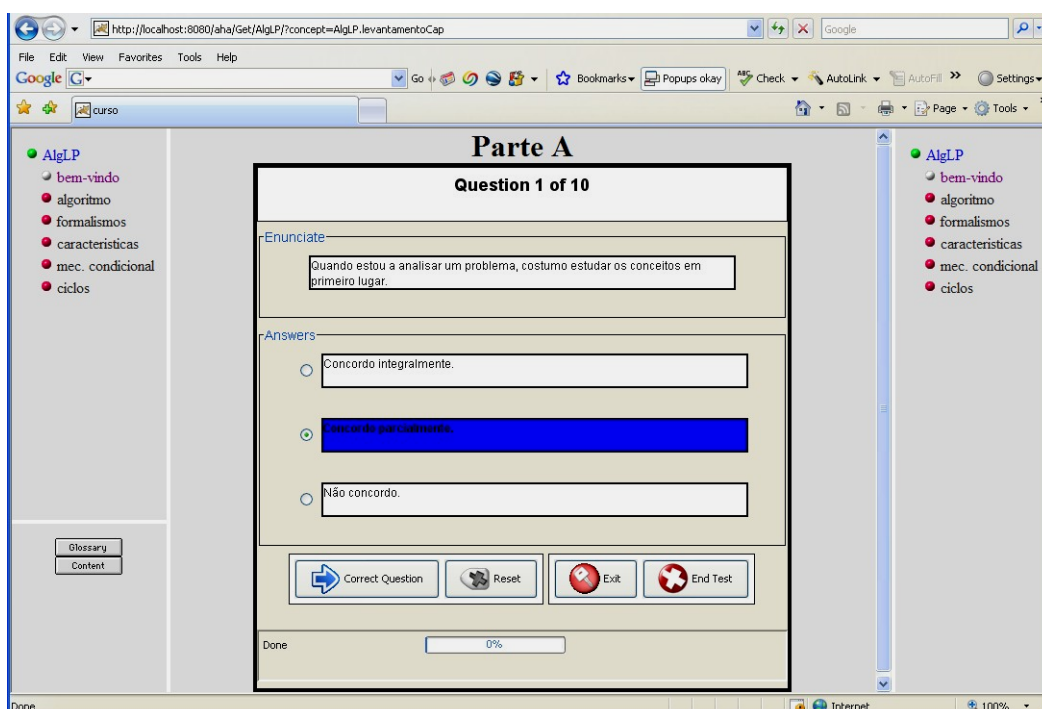
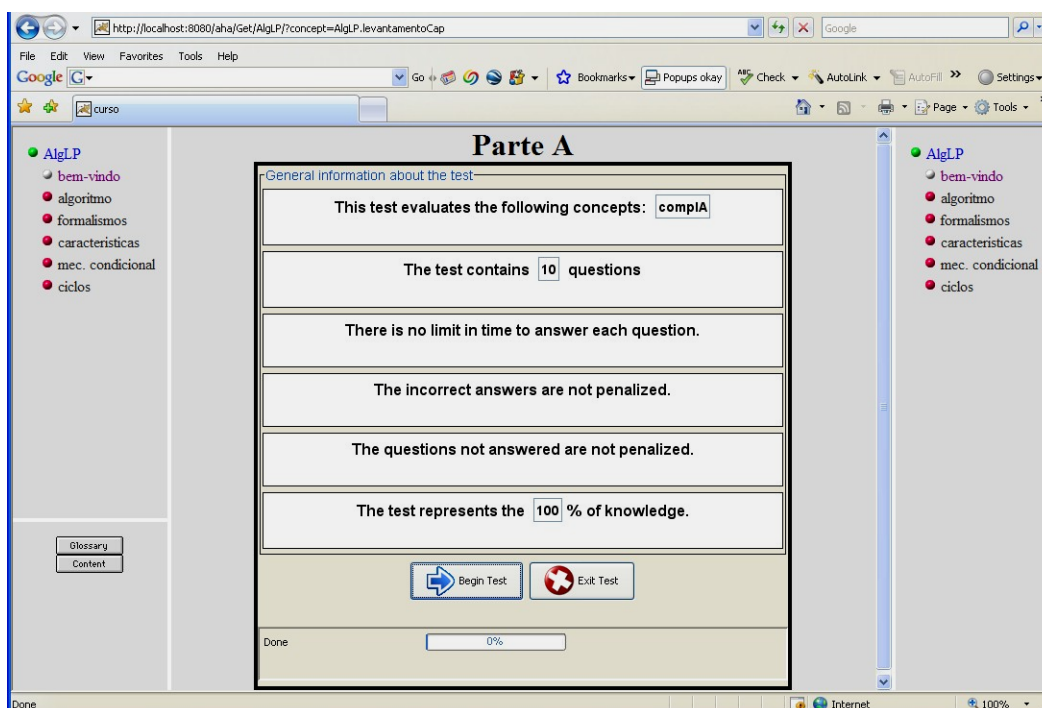
- Steinacker, A., Seeberg, C., Rechenberger, K., Fischer, S., e Steinmetz, R. (1998). "Dynamically generated tables of contents as guided tours in adaptive hypermedia systems". Proceedings of EDMEDIA/ED-TELECOM'99 – 11th World Conference on Education Multimedia and Hypermedia and World Conference on Educational Telecommunications, Seattle, WA, AACE.
- Sternberg, R. (2005). "The Theory of Successful Intelligence". Revista Interamericana de Psicologia/ International Journal of Psychology, Vol. 39, N.2, p. 189-202.
- Sternberg, R. (2005a). *Inteligência de Sucesso: como a inteligência prática e criativa são determinantes para uma vida de sucesso*. Editora Esquilo ISBN 972-8605-52-8. Tradução de: Successful Intelligence: How practical and creative intelligence determine success in life. New York, USA:Plume
- Sternberg, R. (2002). "Raising the achievement of all students: Teaching for Successful Achievement". Educational Psychology Review, Vol. 14, N. 4.
- Sternberg, R. (2000). "The Concept of Intelligence". Handbook of intelligence. Robert Sternberg (Ed), Cambridge University Press, ISBN 0 521 59648 3, p. 3-15.
- Sternberg, R. (1985). *Beyond IQ: A triarchic theory of human intelligence*. New York, USA: Cambridge University Press.
- Sternberg, R., e Grigorenko, E. (2003). *Inteligência Plena: ensinando e incentivando a aprendizagem e a realização dos alunos*. Editora ArTMed. ISBN 85-363-0142-2. Tradução de: Teaching for successful intelligence: to increase student learning and achievement. SkyLight Training and Publishing Inc., 2000.
- Sternberg, R., Torff, B. e Grigorenko, E. (1998). "Teaching Triarchically Improves School Achievement". Journal of Educational Psychology, Vol. 90, N. 3, p. 374-384.
- Trella, M., Carmona, C. e Conejo, R. (2005). "MEDEA: an Open Service-Based Learning Platform for Developing Intelligent Educational Systems for the Web". Workshop on Adaptive Systems for Web-Based Education: Tools and reusability.
- Vassileva, J. (1998). "DCG+GTE: Dynamic Courseware Generation with Teaching Expertise". Instruction Science, Vol. 26, N.3/4, p. 317-332.
- van Dam, A. (1987). "Hypertext'87 keynote address". Communications of the ACM, Vol. 37, N. 7, p. 887-895.
- Vernon, P. e Mori, M. (1992). "Intelligence, reaction times, and peripheral nerve conduction velocity". Intelligence, N. 8, p. 273-288.
- Weber, G., Kuhl, H. C. e Weibelzahl, S. (2001). "Developing adaptive Internet based courses with the authoring system NetCoach". P. D. Bra, P. Brusilovsky e A. Kobsa (Eds.), Proceedings of Third workshop on Adaptive Hypertext and Hypermedia, p. 35-48.
- Wenger, E. (1987). *Artificial Intelligent and Tutoring Systems*. Morgan Kaufmann (Los Altos, CA).
- Wesley, A. (1989). *HyperCard Stack Design Guidelines*. Apple Computer Inc.
- Wu, H. (2002). *A reference architecture for adaptive hypermedia applications*. Dissertação de Doutorado, Universidade de Tecnologia de Eindhoven.

Yazon, J., Mayer-Smith, J. e Redfield, R. (2002). "Does the medium change the message? The impact of a web-based genetics course on university students' perspectives on learning and teaching." *Computers & Education*, Vol. 38, Issues 1-3, Jan-Apr 2002, p. 267-285.

Yin, R. (1994). *Case study research: design and methods*. 2nd Ed, Sage Publications, Applied Social Research Methods Series, Vol. 5.

Anexo A – Questionário para avaliação das componentes triárquicas usado na aplicação

Neste anexo apresentam-se os *layouts* do questionário on-line. Este questionário está dividido entre três partes: *Parte A* (avalia a componente *analítica*), *Parte B* (avalia a componente *prática*) e *Parte C* (avalia a componente *criativa*), cada um constituído por 10 questões.



http://localhost:8080/aha/Get/AlgLP/?concept=AlgLP.levantamentoCap

File Edit View Favorites Tools Help

Google Go Bookmarks Popups okay Check AutoLink AutoFill Settings

curso

Parte A

Question 2 of 10

Enunciate

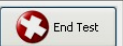
Na execução de trabalhos práticos, costumo criticar o meu trabalho e o dos outros.

Answers

☒ Concordo integralmente.

☐ Concordo parcialmente.

☐ Não concordo.

 Correct Question  Reset  Exit  End Test

Done

http://localhost:8080/aha/Get/AlgLP/?concept=AlgLP.levantamentoCap

File Edit View Favorites Tools Help

Google Go Bookmarks Popups okay Check AutoLink AutoFill Settings

curso

Parte A

Question 3 of 10

Enunciate

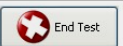
Perante um problema qualquer, costumo pensar de um modo claro e analítico.

Answers

☐ Concordo integralmente.

☒ Concordo parcialmente.

☐ Não concordo.

 Correct Question  Reset  Exit  End Test

Done

http://localhost:8080/aha/Get/AlgLP/?concept=AlgLP.levantamentoCap

File Edit View Favorites Tools Help

Google

Go

Bookmarks

Popups okay

Check

AutoLink

AutoFill

Settings

curso

AlgLP

- bem-vindo
- algoritmo
- formalismos
- características
- mec. condicional
- ciclos

Glossary

Content

Parte A

Question 4 of 10

Enunciate

Confrontado(a) com uma situação inesperada, costumo tentar perceber os factos que a originaram.

Answers

☐ Concordo integralmente.

☐ Concordo parcialmente.

☐ Não concordo.

Done

0%

http://localhost:8080/aha/Get/AlgLP/?concept=AlgLP.levantamentoCap

File Edit View Favorites Tools Help

Google

Go

Bookmarks

Popups okay

Check

AutoLink

AutoFill

Settings

curso

AlgLP

- bem-vindo
- algoritmo
- formalismos
- características
- mec. condicional
- ciclos

Glossary

Content

Parte A

Question 5 of 10

Enunciate

Quando me preparo para um teste ou exame, costumo fazer resumos de toda a matéria.

Answers

☐ Concordo integralmente.

☐ Concordo parcialmente.

☒ Não concordo.

Done

0%

http://localhost:8080/aha/Get/AlgLP/?concept=AlgLP.levantamentoCap

File Edit View Favorites Tools Help

Google

Go

Bookmarks

Popups okay

Check

AutoLink

AutoFill

Settings

curso

AlgLP

- bem-vindo
- algoritmo
- formalismos
- caracteristicas
- mec. condicional
- ciclos

Glossary

Content

Parte A

Question 6 of 10

Enunciate

Perante uma situação prática de difícil resolução, gosto preferencialmente de apelar para a lógica.

Answers

☒ Concordo integralmente.

☐ Concordo parcialmente.

☐ Não concordo.

Correct Question

Reset

Exit

End Test

Done

0%

http://localhost:8080/aha/Get/AlgLP/?concept=AlgLP.levantamentoCap

File Edit View Favorites Tools Help

Google

Go

Bookmarks

Popups okay

Check

AutoLink

AutoFill

Settings

curso

AlgLP

- bem-vindo
- algoritmo
- formalismos
- caracteristicas
- mec. condicional
- ciclos

Glossary

Content

Parte A

Question 7 of 10

Enunciate

Em trabalhos práticos, gosto de explicar as questões difíceis aos outros.

Answers

☒ Concordo integralmente.

☐ Concordo parcialmente.

☐ Não concordo.

Correct Question

Reset

Exit

End Test

Done

0%

http://localhost:8080/aha/Get/AlgLP/?concept=AlgLP.levantamentoCap

File Edit View Favorites Tools Help

Google

Go

Bookmarks

Popups okay

Check

AutoLink

AutoFill

Settings

curso

AlgLP

- bem-vindo
- algoritmo
- formalismos
- características
- mec. condicional
- ciclos

Glossary

Content

Parte A

Question 8 of 10

Enunciate

Imagina a seguinte situação: "Num trabalho de grupo, dois dos teus colegas estão em desacordo quanto à resolução de um problema". No sentido de

Answers

☒ Concordo integralmente.

☐ Concordo parcialmente.

☐ Não concordo.

Correct Question

Reset

Exit

End Test

Done

0%

http://localhost:8080/aha/Get/AlgLP/?concept=AlgLP.levantamentoCap

File Edit View Favorites Tools Help

Google

Go

Bookmarks

Popups okay

Check

AutoLink

AutoFill

Settings

curso

AlgLP

- bem-vindo
- algoritmo
- formalismos
- características
- mec. condicional
- ciclos

Glossary

Content

Parte A

Question 9 of 10

Enunciate

Prefiro um docente que recorre, preferencialmente, à análise, comparação e contraste de pontos de vista.

Answers

☒ Concordo integralmente.

☐ Concordo parcialmente.

☐ Não concordo.

Correct Question

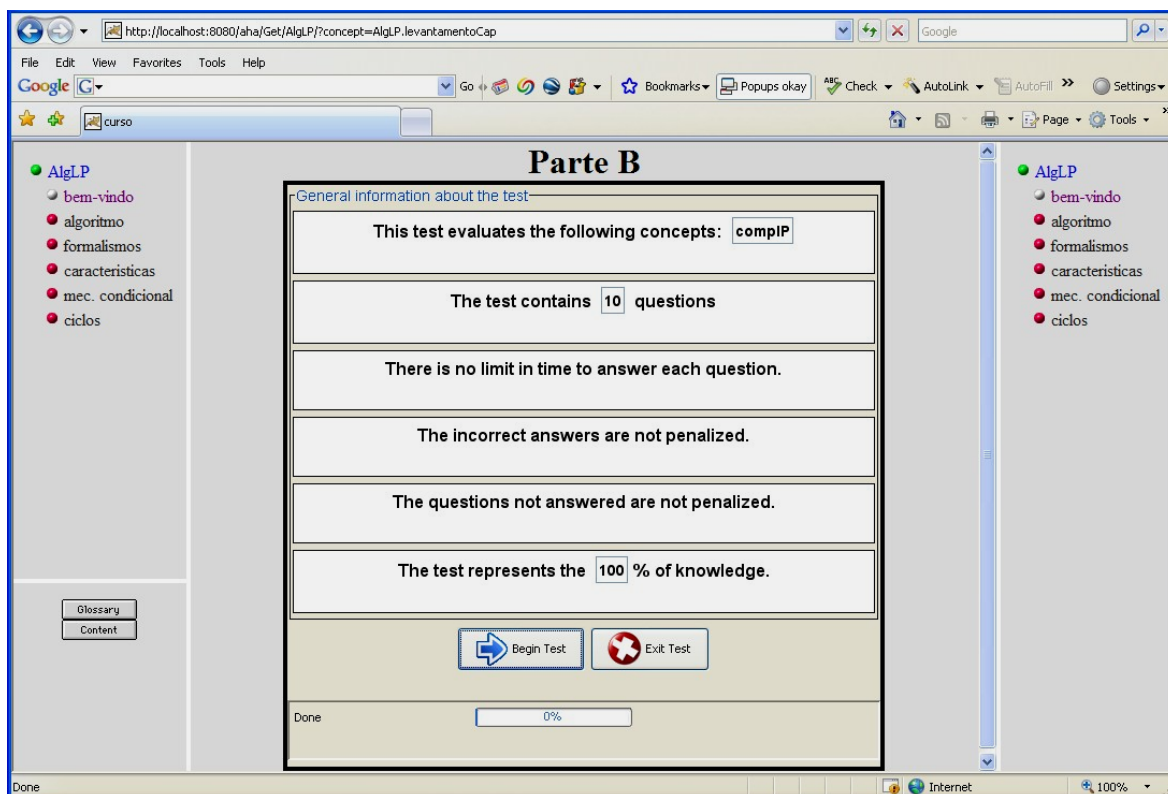
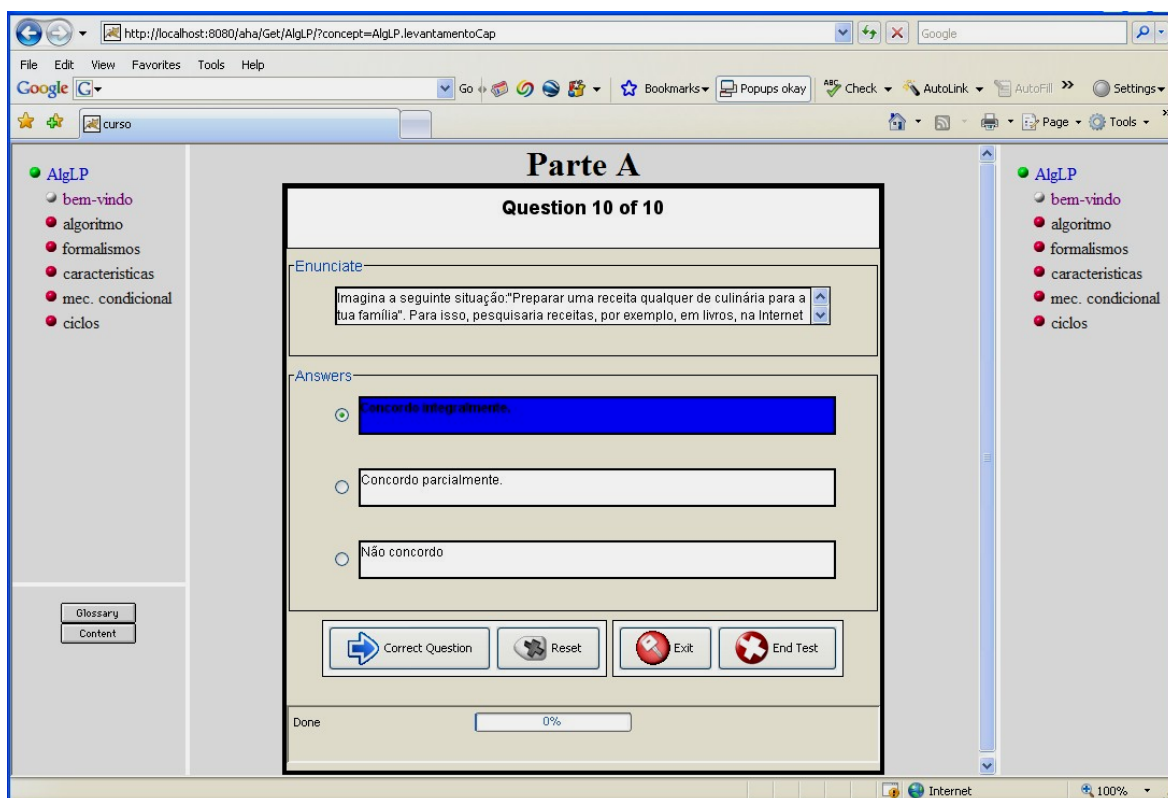
Reset

Exit

End Test

Done

0%



http://localhost:8080/aha/Get/AlgLP/?concept=AlgLP.levantamentoCap

File Edit View Favorites Tools Help

Google

Go

Bookmarks

Popups okay

ABC Check

AutoLink

AutoFill

Settings

curso

Parte B

Question 1 of 10

Enunciate

Quando estou a analisar um problema, costumo começar por tentar resolver o problema e, no caso de não conseguir, então estudo os conceitos.

Answers

☒ Concordo integralmente.

☐ Concordo parcialmete.

☐ Não concordo.

Correct Question

Reset

Exit

End Test

Done

0%

AlgLP

- bem-vindo
- algoritmo
- formalismos
- características
- mec. condicional
- ciclos

Glossary

Content

Internet

100%

http://localhost:8080/aha/Get/AlgLP/?concept=AlgLP.levantamentoCap

File Edit View Favorites Tools Help

Google

Go

Bookmarks

Popups okay

ABC Check

AutoLink

AutoFill

Settings

curso

Parte B

Question 2 of 10

Enunciate

Na execução de trabalhos escolares, costumo aprender interagindo com os outros.

Answers

☐ Concordo integralmente.

☐ Concordo parcialmete.

☐ Não concordo.

Correct Question

Reset

Exit

End Test

Done

0%

AlgLP

- bem-vindo
- algoritmo
- formalismos
- características
- mec. condicional
- ciclos

Glossary

Content

Internet

100%

http://localhost:8080/aha/Get/AlgLP/?concept=AlgLP.levantamentoCap

File Edit View Favorites Tools Help

Google

curso

Parte B

Question 3 of 10

Enunciate

Perante um problema qualquer, costumo colocar em prática o que aprendi.

Answers

☐ Concordo integralmente.

☒ Concordo parcialmente.

☐ Não concordo.

Done

AlgLP

- bem-vindo
- algoritmo
- formalismos
- características
- mec. condicional
- ciclos

Glossary

Content

Internet 100%

http://localhost:8080/aha/Get/AlgLP/?concept=AlgLP.levantamentoCap

File Edit View Favorites Tools Help

Google

curso

Parte B

Question 4 of 10

Enunciate

Confrontado(a) com uma situação inesperada, costumo adaptar-me à nova situação.

Answers

☒ Concordo integralmente.

☐ Concordo parcialmente.

☐ Não concordo.

Done

AlgLP

- bem-vindo
- algoritmo
- formalismos
- características
- mec. condicional
- ciclos

Glossary

Content

Internet 100%

http://localhost:8080/aha/Get/AlgLP/?concept=AlgLP.levantamentoCap

File Edit View Favorites Tools Help

Google

curso

Parte B

Question 5 of 10

Enunciate

Quando me preparo para um teste ou exame, costume resolver exercícios.

Answers

☒ Concordo integralmente.

☐ Concordo parcialmente.

☐ Não concordo.

 Correct Question  Reset  Exit  End Test

Done

Done

Internet 100%

AlgLP

- bem-vindo
- algoritmo
- formalismos
- características
- mec. condicional
- ciclos

Glossary

Content

http://localhost:8080/aha/Get/AlgLP/?concept=AlgLP.levantamentoCap

File Edit View Favorites Tools Help

Google

curso

Parte B

Question 6 of 10

Enunciate

Perante uma situação prática de difícil resolução, gosto preferencialmente de aplicar os meus conhecimentos.

Answers

☒ Concordo integralmente.

☐ Concordo parcialmente.

☐ Não concordo.

 Correct Question  Reset  Exit  End Test

Done

Done

Internet 100%

AlgLP

- bem-vindo
- algoritmo
- formalismos
- características
- mec. condicional
- ciclos

Glossary

Content

http://localhost:8080/aha/Get/AlgLP/?concept=AlgLP.levantamentoCap

File Edit View Favorites Tools Help

Google

Go

Bookmarks

Popups okay

Check

AutoLink

AutoFill

Settings

curso

AlgLP

- bem-vindo
- algoritmo
- formalismos
- características
- mec. condicional
- ciclos

Glossary

Content

Parte B

Question 7 of 10

Enunciate

Em trabalhos práticos, gosto de resolver conflitos.

Answers

☒ Concordo integralmente.

☐ Concordo parcialmente.

☐ Não concordo.

Correct Question

Reset

Exit

End Test

Done

0%

http://localhost:8080/aha/Get/AlgLP/?concept=AlgLP.levantamentoCap

File Edit View Favorites Tools Help

Google

Go

Bookmarks

Popups okay

Check

AutoLink

AutoFill

Settings

curso

AlgLP

- bem-vindo
- algoritmo
- formalismos
- características
- mec. condicional
- ciclos

Glossary

Content

Parte B

Question 8 of 10

Enunciate

Imagina a seguinte situação: "Num trabalho de grupo, dois dos teus colegas estão em desacordo quanto à resolução de um problema". No sentido de

Answers

☐ Concordo integralmente.

☐ Concordo parcialmente.

☒ Não concordo.

Correct Question

Reset

Exit

End Test

Done

0%

http://localhost:8080/aha/Get/AlgLP/?concept=AlgLP.levantamentoCap

File Edit View Favorites Tools Help

Google

Go

Bookmarks

Popups okay

Check

AutoLink

AutoFill

Settings

curso

AlgLP

- bem-vindo
- algoritmo
- formalismos
- características
- mec. condicional
- ciclos

Glossary

Content

Parte B

Question 9 of 10

Enunciate

Prefiro um docente que recorre, preferencialmente, a exemplos e demonstrações.

Answers

☒ Concordo inteiramente.

☐ Concordo parcialmente.

☐ Não concordo.

Correct Question

Reset

Exit

End Test

Done

0%

http://localhost:8080/aha/Get/AlgLP/?concept=AlgLP.levantamentoCap

File Edit View Favorites Tools Help

Google

Go

Bookmarks

Popups okay

Check

AutoLink

AutoFill

Settings

curso

AlgLP

- bem-vindo
- algoritmo
- formalismos
- características
- mec. condicional
- ciclos

Glossary

Content

Parte C

General information about the test

This test evaluates the following concepts: **complic**

The test contains **10** questions

There is no limit in time to answer each question.

The incorrect answers are not penalized.

The questions not answered are not penalized.

The test represents the **100** % of knowledge.

Begin Test

Exit Test

Done

0%

http://localhost:8080/aha/Get/AlgLP/?concept=AlgLP.levantamentoCap

File Edit View Favorites Tools Help

Google

Go Bookmarks Popups okay Check AutoLink AutoFill Settings

curso

Parte C

Question 1 of 10

Enunciate

Quando estou a analisar um problema, costumo visualizar o problema em termos de figuras e de imagens.

Answers

☒ Concordo integralmente.

☐ Concordo parcialmente.

☐ Não concordo.

Correct Question Reset Exit End Test

Done 0%

http://localhost:8080/aha/Get/AlgLP/?concept=AlgLP.levantamentoCap

File Edit View Favorites Tools Help

Google

Go Bookmarks Popups okay Check AutoLink AutoFill Settings

curso

Parte C

Question 2 of 10

Enunciate

Na execução de trabalhos escolares, costumo reparar em coisas que as pessoas normalmente tendem a ignorar.

Answers

☐ Concordo integralmente.

☐ Concordo parcialmente.

☒ Não concordo.

Correct Question Reset Exit End Test

Done 0%

http://localhost:8080/aha/Get/AlgLP/?concept=AlgLP.levantamentoCap

File Edit View Favorites Tools Help

Google

Go

Bookmarks

Popups okay

Check

AutoLink

AutoFill

Settings

curso

AlgLP

- bem-vindo
- algoritmo
- formalismos
- características
- mec. condicional
- ciclos

Glossary

Content

Parte C

Question 3 of 10

Enunciate

Perante um problema qualquer, costumo usar a minha imaginação.

Answers

☐ Concordo integralmente.

☒ Concordo parcialmente.

☐ Não concordo.

Correct Question

Reset

Exit

End Test

Done

0%

http://localhost:8080/aha/Get/AlgLP/?concept=AlgLP.levantamentoCap

File Edit View Favorites Tools Help

Google

Go

Bookmarks

Popups okay

Check

AutoLink

AutoFill

Settings

curso

AlgLP

- bem-vindo
- algoritmo
- formalismos
- características
- mec. condicional
- ciclos

Glossary

Content

Parte C

Question 4 of 10

Enunciate

Confrontado(a) com uma situação inesperada, costumo procurar alternativas.

Answers

☐ Concordo integralmente.

☐ Concordo parcialmente.

☐ Não concordo.

Correct Question

Reset

Exit

End Test

Done

0%

http://localhost:8080/aha/Get/AlgLP/?concept=AlgLP.levantamentoCap

File Edit View Favorites Tools Help

Google

curso

Parte C

Question 5 of 10

Enunciate

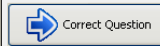
Quando me preparo para um teste ou exame, costume criar uma estratégia adequada ao teste ou exame.

Answers

☒ Concordo integralmente.

☐ Concordo parcialmente.

☐ Não concordo.

Done

AlgLP

- bem-vindo
- algoritmo
- formalismos
- características
- mec. condicional
- ciclos

Glossary

Content

Internet 100%

http://localhost:8080/aha/Get/AlgLP/?concept=AlgLP.levantamentoCap

File Edit View Favorites Tools Help

Google

curso

Parte C

Question 6 of 10

Enunciate

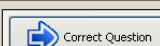
Perante uma situação prática de difícil resolução, gosto preferencialmente de pensar no que aconteceria se determinados aspectos fossem diferentes.

Answers

☒ Concordo integralmente.

☐ Concordo parcialmente.

☐ Não concordo.

Done

AlgLP

- bem-vindo
- algoritmo
- formalismos
- características
- mec. condicional
- ciclos

Glossary

Content

Internet 100%

http://localhost:8080/aha/Get/AlgLP/?concept=AlgLP.levantamentoCap

File Edit View Favorites Tools Help

Google

curso

Parte C

Question 7 of 10

Enunciate

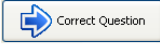
Em trabalhos práticos, gosto de inventar novos métodos, procedimentos.

Answers

☐ Concordo integralmente.

☒ Concordo parcialmente.

☐ Não concordo.

Done

AlgLP

- bem-vindo
- algoritmo
- formalismos
- características
- mec. condicional
- ciclos

Glossary
Content

Internet 100%

http://localhost:8080/aha/Get/AlgLP/?concept=AlgLP.levantamentoCap

File Edit View Favorites Tools Help

Google

curso

Parte C

Question 8 of 10

Enunciate

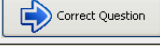
Imagina a seguinte situação: "Num trabalho de grupo, dois dos teus colegas estão em desacordo quanto à resolução de um problema". No sentido de

Answers

☐ Concordo integralmente.

☒ Concordo parcialmente.

☐ Não concordo.

Done

AlgLP

- bem-vindo
- algoritmo
- formalismos
- características
- mec. condicional
- ciclos

Glossary
Content

Internet 100%

http://localhost:8080/aha/Get/AlgLP/?concept=AlgLP.levantamentoCap

File Edit View Favorites Tools Help

Google

Go

Bookmarks

Popups okay

Check

AutoLink

AutoFill

Settings

curso

AlgLP

- bem-vindo
- algoritmo
- formalismos
- características
- mec. condicional
- ciclos

Glossary

Content

Parte C

Question 9 of 10

Enunciate

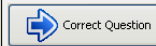
Prefiro um docente que recorre, preferencialmente, a métodos de ensino que apelam à imaginação.

Answers

☒ Concordo integralmente.

☐ Concordo parcialmente.

☐ Não concordo.

 Correct Question  Reset  Exit  End Test

Done

http://localhost:8080/aha/Get/AlgLP/?concept=AlgLP.levantamentoCap

File Edit View Favorites Tools Help

Google

Go

Bookmarks

Popups okay

Check

AutoLink

AutoFill

Settings

curso

AlgLP

- bem-vindo
- algoritmo
- formalismos
- características
- mec. condicional
- ciclos

Glossary

Content

Parte C

Question 10 of 10

Enunciate

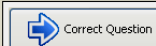
Imagina a seguinte situação: "Preparar uma receita qualquer de culinária para a tua família". Para isso, crio uma receita e "logo se verá".

Answers

☒ Concordo integralmente.

☐ Concordo parcialmente.

☐ Não concordo.

 Correct Question  Reset  Exit  End Test

Done

Anexo B – Código XML das regras usadas pela aplicação para realizar a adaptação

- **Regra: acts_update.** Calcula a quantidade de requisitos bem sucedidos para cada uma das componentes de inteligência existentes no modelo do utilizador.

```
<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE aha_relation_type SYSTEM 'aha_relation_type.dtd'>
<aha_relation_type>
  <name> acts_update</name>
  <listitems>
    <generateListItem isPropagating="true" location="__source.access" >
      <requirement> __source.suitability </requirement>
      <trueActions>
        <action>
          <conceptName> __destination </conceptName>
          <attributeName> requirtsA </attributeName>
          <expression> 0 </expression>
        </action>
        <action>
          <conceptName> __destination </conceptName>
          <attributeName> requirtsP </attributeName>
          <expression> 0 </expression>
        </action>
        <action>
          <conceptName> __destination </conceptName>
          <attributeName> requirtsC </attributeName>
          <expression> 0 </expression>
        </action>
      </trueActions>
    </generateListItem>

    <generateListItem isPropagating="true" location="__source.access" >
      <requirement> __source.suitability && personal.compA &lt;=
personal.compP </requirement>
      <trueActions>
        <action>
          <conceptName> __destination </conceptName>
          <attributeName> requirtsA </attributeName>
          <expression> __destination.requirtsA + 3
</expression>
        </action>
      </trueActions>
    </generateListItem>

    <generateListItem isPropagating="true" location="__source.access" >
      <requirement> __source.suitability && personal.compA &lt;=
personal.compC </requirement>
      <trueActions>
        <action>
          <conceptName> __destination </conceptName>
          <attributeName> requirtsA </attributeName>
          <expression> __destination.requirtsA + 3
</expression>
        </action>
      </trueActions>
    </generateListItem>

    <generateListItem isPropagating="true" location="__source.access" >
      <requirement> __source.suitability && personal.compP &lt;=
personal.compA </requirement>
      <trueActions>
        <action>
          <conceptName> __destination </conceptName>
          <attributeName> requirtsP </attributeName>
          <expression> __destination.requirtsP + 3
</expression>
        </action>
      </trueActions>
    </generateListItem>
  </listitems>
</aha_relation_type>
```

```

        </trueActions>
    </generateListItem>

    <generateListItem isPropagating="true" location="__source.access" >
        <requirement> __source.suitability && personal.compP &lt;=
personal.compC </requirement>
        <trueActions>
            <action>
                <conceptName> __destination </conceptName>
                <attributeName> requirtsP </attributeName>
                <expression> __destination.requirtsP + 3
</expression>
            </action>
        </trueActions>
    </generateListItem>

    <generateListItem isPropagating="true" location="__source.access" >
        <requirement> __source.suitability && personal.compC &lt;=
personal.compA </requirement>
        <trueActions>
            <action>
                <conceptName> __destination </conceptName>
                <attributeName> requirtsC </attributeName>
                <expression> __destination.requirtsC + 3
</expression>
            </action>
        </trueActions>
    </generateListItem>

    <generateListItem isPropagating="true" location="__source.access" >
        <requirement> __source.suitability && personal.compC &lt;=
personal.compP </requirement>
        <trueActions>
            <action>
                <conceptName> __destination </conceptName>
                <attributeName> requirtsC </attributeName>
                <expression> __destination.requirtsC + 3
</expression>
            </action>
        </trueActions>
    </generateListItem>

    <generateListItem isPropagating="true" location="__source.access" >
        <requirement> __source.suitability && personal.nVEA &lt;=
personal.nVEP </requirement>
        <trueActions>
            <action>
                <conceptName> __destination </conceptName>
                <attributeName> requirtsA </attributeName>
                <expression> __destination.requirtsA + 1
</expression>
            </action>
        </trueActions>
    </generateListItem>

    <generateListItem isPropagating="true" location="__source.access" >
        <requirement> __source.suitability && personal.nVEA &lt;=
personal.nVEC </requirement>
        <trueActions>
            <action>
                <conceptName> __destination </conceptName>
                <attributeName> requirtsA </attributeName>
                <expression> __destination.requirtsA + 1
</expression>
            </action>
        </trueActions>
    </generateListItem>

    <generateListItem isPropagating="true" location="__source.access" >
        <requirement> __source.suitability && personal.nVEP &lt;=
personal.nVEA </requirement>
        <trueActions>
            <action>
                <conceptName> __destination </conceptName>
                <attributeName> requirtsP </attributeName>

```

```

                                <expression> __destination.requirtsP + 1
</expression>
                                </action>
                                </trueActions>
                                </generateListItem>

                                <generateListItem isPropagating="true" location="__source.access" >
                                <requirement> __source.suitability && personal.nVEP &lt;=
personal.nVEC </requirement>
                                <trueActions>
                                <action>
                                <conceptName> __destination </conceptName>
                                <attributeName> requirtsP </attributeName>
                                <expression> __destination.requirtsP + 1
</expression>
                                </action>
                                </trueActions>
                                </generateListItem>

                                <generateListItem isPropagating="true" location="__source.access" >
                                <requirement> __source.suitability && personal.nVEC &lt;=
personal.nVEA </requirement>
                                <trueActions>
                                <action>
                                <conceptName> __destination </conceptName>
                                <attributeName> requirtsC </attributeName>
                                <expression> __destination.requirtsC + 1
</expression>
                                </action>
                                </trueActions>
                                </generateListItem>

                                <generateListItem isPropagating="true" location="__source.access" >
                                <requirement> __source.suitability && personal.nVEP &lt;=
personal.nVEP </requirement>
                                <trueActions>
                                <action>
                                <conceptName> __destination </conceptName>
                                <attributeName> requirtsC </attributeName>
                                <expression> __destination.requirtsC + 1
</expression>
                                </action>
                                </trueActions>
                                </generateListItem>

                                <generateListItem isPropagating="true" location="__source.access" >
                                <requirement> __source.suitability && personal.n2VA &gt;= 2
</requirement>
                                <trueActions>
                                <action>
                                <conceptName> __destination </conceptName>
                                <attributeName> requirtsA </attributeName>
                                <expression> 0 </expression>
                                </action>
                                </trueActions>
                                </generateListItem>

                                <generateListItem isPropagating="true" location="__source.access" >
                                <requirement> __source.suitability && personal.n2VP &gt;=
2</requirement>
                                <trueActions>
                                <action>
                                <conceptName> __destination </conceptName>
                                <attributeName> requirtsP </attributeName>
                                <expression> 0 </expression>
                                </action>
                                </trueActions>
                                </generateListItem>
                                <generateListItem isPropagating="true" location="__source.access" >
                                <requirement> __source.suitability && personal.n2VC &gt;=
2</requirement>
                                <trueActions>
                                <action>
                                <conceptName> __destination </conceptName>
                                <attributeName> requirtsC </attributeName>

```

```

                <expression> 0 </expression>
            </action>
        </trueActions>
    </generateListItem>
</listitems>
</aha_relation_type>

```

- **Regra: requirts_preq.** Atualiza a adequabilidade de uma actividade (analítica, prática ou criativa).

```

<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE aha_relation_type SYSTEM 'aha_relation_type.dtd'>
<aha_relation_type>
  <name> requirts_preq </name>
  <listitems>
    <generateListItem isPropagating="true" location="__child.access" >
      <requirement> true </requirement>
      <trueActions>
        <action>
          <conceptName>__destination </conceptName>
          <attributeName> suitability </attributeName>
          <expression> false </expression>
        </action>
      </trueActions>
    </generateListItem>
    <generateListItem isPropagating="true" location="__child.access" >
      <requirement> __source.requirtsA > 0 & & __destination.tComp=="analytical" & & __source.requirtsA >= __source.requirtsP
      & & __source.requirtsA >= __source.requirtsC
      </requirement>
      <trueActions>
        <action>
          <conceptName>__destination </conceptName>
          <attributeName> suitability </attributeName>
          <expression> true </expression>
        </action>
      </trueActions>
    </generateListItem>
    <generateListItem isPropagating="true" location="__child.access" >
      <requirement> __source.requirtsP > 0 & & __destination.tComp=="practise" & & __source.requirtsP >= __source.requirtsA
      & & __source.requirtsP >= __source.requirtsC
      </requirement>
      <trueActions>
        <action>
          <conceptName>__destination </conceptName>
          <attributeName> suitability </attributeName>
          <expression> true </expression>
        </action>
      </trueActions>
    </generateListItem>
    <generateListItem isPropagating="true" location="__child.access" >
      <requirement> __source.requirtsC > 0 & & __destination.tComp=="creative" & & __source.requirtsC >= __source.requirtsA
      & & __source.requirtsC >= __source.requirtsP
      </requirement>
      <trueActions>
        <action>
          <conceptName>__destination </conceptName>
          <attributeName> suitability </attributeName>
          <expression> true </expression>
        </action>
      </trueActions>
    </generateListItem>
  </listitems>
</aha_relation_type>

```

- **Regra: prerequisite1.** Verifica se o utilizador já respondeu às três partes de um questionário, Q (ver anexo B). Este questionário tem como objectivo inicializar alguns atributos do MU, nomeadamente, cada uma das componentes de inteligência. Enquanto não responder, todos as páginas da aplicação (excepto a página “boas-vindas”) são consideradas pelo AHA! como não adequadas.

```
<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE aha_relation_type SYSTEM 'aha_relation_type.dtd'>
<aha_relation_type>
  <name> prerequisite1 </name>
  <listitems>
    <setdefault location = "__destination.suitability"
combination="AND">__source.cont == 3 </setdefault>
  </listitems>
</aha_relation_type>
```

- **Regra: result_update.** Actualiza as pontuações do utilizador obtidas através do questionário Q.

```
<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE aha_relation_type SYSTEM 'aha_relation_type.dtd'>
<aha_relation_type>
  <name> result_update </name>
  <listitems>
    <generateListItem isPropagating="true" location="__child.knowledge" >
      <requirement> __destination.tComp== "analytical" </requirement>
      <trueActions>
        <action>
          <conceptName> personal </conceptName>
          <attributeName> compA </attributeName>
          <expression> __destination.knowledge </expression>
        </action>
      </trueActions>
    </generateListItem>
    <generateListItem isPropagating="true" location="__child.knowledge" >
      <requirement> __destination.tComp=="practise" </requirement>
      <trueActions>
        <action>
          <conceptName> personal </conceptName>
          <attributeName> compP </attributeName>
          <expression> __destination.knowledge </expression>
        </action>
      </trueActions>
    </generateListItem>
    <generateListItem isPropagating="true" location="__child.knowledge" >
      <requirement> __destination.tComp=="creative" </requirement>
      <trueActions>
        <action>
          <conceptName> personal </conceptName>
          <attributeName> compC </attributeName>
          <expression> __destination.knowledge </expression>
        </action>
      </trueActions>
    </generateListItem>
  </listitems>
</aha_relation_type>
```

- **Regra: visited_update1.** Atualiza o número de vezes que o aluno respondeu ao questionário Q (no máximo 3, uma vez que o questionário encontra-se subdividido em três partes).

```
<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE aha_relation_type SYSTEM 'aha_relation_type.dtd'>
<aha_relation_type>
  <name> visited_update1 </name>
  <listitems>
    <generateListItem isPropagating="true" location="__source.knowledge">
      <requirement> true </requirement>
      <trueActions>
        <action>
          <conceptName>__destination </conceptName>
          <attributeName> cont </attributeName>
          <expression> __destination.cont + 1 </expression>
        </action>
      </trueActions>
    </generateListItem>
  </listitems>
</aha_relation_type>
```

- **Regra: isaActA.** Atualiza o conhecimento para a componente analítica.

```
<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE aha_relation_type SYSTEM 'aha_relation_type.dtd'>
<aha_relation_type>
  <name> isaActA </name>
  <listitems>
    <generateListItem isPropagating="true" location="__child.knowledge" >
      <requirement> __source.knowledge >= 0 </requirement>
      <trueActions>
        <action>
          <conceptName> personal </conceptName>
          <attributeName> nVEA </attributeName>
          <expression> personal.nVEA + 1 </expression>
        </action>
        <action>
          <conceptName> personal </conceptName>
          <attributeName> n2VA </attributeName>
          <expression> personal.n2VA + 1 </expression>
        </action>
      </trueActions>
    </generateListItem>

    <generateListItem isPropagating="true" location="__child.knowledge" >
      <requirement> __source.knowledge >= 0 </requirement>
      <trueActions>
        <action>
          <conceptName> personal </conceptName>
          <attributeName> compA </attributeName>
          <expression> ( personal.compA + __source.knowledge )
            * 1 / 2 </expression>
        </action>
      </trueActions>
    </generateListItem>

    <generateListItem isPropagating="true" location="__child.knowledge" >
      <requirement> personal.n2VA >= 2 </requirement>
      <trueActions>
        <action>
          <conceptName> personal </conceptName>
          <attributeName> n2VA </attributeName>
          <expression> 2 </expression>
        </action>
      </trueActions>
```

```

</generateListItem>
<generateListItem isPropagating="true" location="___child.knowledge" >
  <requirement> personal.n2VP > 0 </requirement>
  <trueActions>
    <action>
      <conceptName> personal </conceptName>
      <attributeName> n2VP </attributeName>
      <expression> personal.n2VP - 1 </expression>
    </action>
  </trueActions>
</generateListItem>
<generateListItem isPropagating="true" location="___child.knowledge" >
  <requirement> personal.n2VC > 0 </requirement>
  <trueActions>
    <action>
      <conceptName> personal </conceptName>
      <attributeName> n2VC </attributeName>
      <expression> personal.n2VC - 1 </expression>
    </action>
  </trueActions>
</generateListItem>
</listitems>
</aha_relation_type>

```

- **Regra: isaActP.** Atualiza o conhecimento para a componente prática.

```

<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE aha_relation_type SYSTEM 'aha_relation_type.dtd'>
<aha_relation_type>
  <name> isaActP </name>
  <listitems>

    <generateListItem isPropagating="true" location="___child.knowledge" >
      <requirement> ___source.knowledge >= 0 </requirement>
      <trueActions>
        <action>
          <conceptName> personal </conceptName>
          <attributeName> nVEP </attributeName>
          <expression> personal.nVEP + 1 </expression>
        </action>
        <action>
          <conceptName> personal </conceptName>
          <attributeName> n2VP </attributeName>
          <expression> personal.n2VP + 1 </expression>
        </action>
      </trueActions>
    </generateListItem>

    <generateListItem isPropagating="true" location="___child.knowledge" >
      <requirement> ___source.knowledge >= 0 </requirement>
      <trueActions>
        <action>
          <conceptName> personal </conceptName>
          <attributeName> compP </attributeName>
          <expression> ( personal.compP + ___source.knowledge )
            * 1 / 2 </expression>
        </action>
      </trueActions>
    </generateListItem>

    <generateListItem isPropagating="true" location="___child.knowledge" >
      <requirement> personal.n2VP > 2 </requirement>
      <trueActions>
        <action>
          <conceptName> personal </conceptName>
          <attributeName> n2VP </attributeName>
          <expression> 2 </expression>
        </action>
      </trueActions>
    </generateListItem>
  </listitems>
</aha_relation_type>

```

```

        <generateListItem isPropagating="true" location="__child.knowledge" >
          <requirement> personal.n2VA > 0 </requirement>
          <trueActions>
            <action>
              <conceptName> personal </conceptName>
              <attributeName> n2VA </attributeName>
              <expression> personal.n2VA - 1 </expression>
            </action>
          </trueActions>
        </generateListItem>
        <generateListItem isPropagating="true" location="__child.knowledge" >
          <requirement> personal.n2VC > 0 </requirement>
          <trueActions>
            <action>
              <conceptName> personal </conceptName>
              <attributeName> n2VC </attributeName>
              <expression> personal.n2VC - 1 </expression>
            </action>
          </trueActions>
        </generateListItem>
      </listitems>
    </aha_relation_type>

```

- **Regra: isaActC.** Atualiza o conhecimento para a componente criativa.

```

<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE aha_relation_type SYSTEM 'aha_relation_type.dtd'>
<aha_relation_type>
  <name> isaActC </name>
  <listitems>
    <generateListItem isPropagating="true" location="__child.knowledge" >
      <requirement> __source.knowledge >= 0 </requirement>
      <trueActions>
        <action>
          <conceptName> personal </conceptName>
          <attributeName> nVEC </attributeName>
          <expression> personal.nVEC + 1 </expression>
        </action>
        <action>
          <conceptName> personal </conceptName>
          <attributeName> n2VC </attributeName>
          <expression> personal.n2VC + 1 </expression>
        </action>
      </trueActions>
    </generateListItem>
    <generateListItem isPropagating="true" location="__child.knowledge" >
      <requirement> __source.knowledge >= 0 </requirement>
      <trueActions>
        <action>
          <conceptName> personal </conceptName>
          <attributeName> compC </attributeName>
          <expression> ( personal.compC + __source.knowledge )
            * 1 / 2 </expression>
        </action>
      </trueActions>
    </generateListItem>
    <generateListItem isPropagating="true" location="__child.knowledge" >
      <requirement> personal.n2VC > 2 </requirement>
      <trueActions>
        <action>
          <conceptName> personal </conceptName>
          <attributeName> n2VC </attributeName>
          <expression> 2 </expression>
        </action>
      </trueActions>
    </generateListItem>
    <generateListItem isPropagating="true" location="__child.knowledge" >

```

```

        <requirement> personal.n2VP > 0 </requirement>
        <trueActions>
            <action>
                <conceptName> personal </conceptName>
                <attributeName> n2VP </attributeName>
                <expression> personal.n2VP - 1 </expression>
            </action>
        </trueActions>
    </generateListItem>
    <generateListItem isPropagating="true" location="___child.knowledge" >
        <requirement> personal.n2VA > 0 </requirement>
        <trueActions>
            <action>
                <conceptName> personal </conceptName>
                <attributeName> n2VA </attributeName>
                <expression> personal.n2VA - 1 </expression>
            </action>
        </trueActions>
    </generateListItem>
</listitems>
</aha_relation_type>

```

- **Regra: prerequisite.** Determina a adequabilidade de um conceito.

```

<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE aha_relation_type SYSTEM 'aha_relation_type.dtd'>
<aha_relation_type>
    <name> prerequisite </name>
    <listitems>
        <setdefault location = "___destination.suitability"
combination="AND">___source.knowledge >= var:50 </setdefault>
    </listitems>
</aha_relation_type>

```


Anexo C – Código JAVA referente ao programa de manutenção das componentes: analítica, prática e criativa

```

/*
   This file is part of AHA! (Adaptive Hypermedia for All)

   AHA! is free software; you can redistribute it and/or modify
   it under the terms of the GNU General Public License as published by
   the Free Software Foundation; either version 2 of the License, or
   (at your option) any later version.

   AHA! is distributed in the hope that it will be useful,
   but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of
   MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the
   GNU General Public License for more details.

   You should have received a copy of the GNU General Public License
   along with AHA!; if not, write to the Free Software
   Foundation, Inc., 59 Temple Place, Suite 330, Boston, MA 02111-1307 USA
*/
/**
 * <p>Title: Aha! </p> <p>Description: Esta ferramenta executa a manutenção (ler/gravar) *
das três componentes: analítica, prática e criativa, do aluno</p>
*<p>Copyright: Copyright (c) 2007</p>
 * <p>Company: Instituto Superior de Engenharia do Porto - Portugal</p>
 *
 * @version 1.0
 */

/**
 * NAME: compConfig
 * LAST MODIFICATION: 30-11-2007
 * @author Dulce Mota
 */

package nl.tue.AHA.engine;

import nl.tue.AHA.engine.*;
import nl.tue.AHA.exceptions.*;
import nl.tue.AHA.datacomponents.*;
import nl.tue.AHA.AHASTatic;
import nl.tue.AHA.AHADB.*;
import nl.tue.AHA.Utils.*;
import java.net.*;
import java.io.*;
import java.text.*;
import java.util.*;
import javax.servlet.*;
import javax.servlet.http.*;

public class compConfig {

    private int compA;// analitical component;
    private int compP;// practise component;
    private int compC;// creative component;

    boolean found = false;
    private Profile profile;
    private String login;
    private StringBuffer sb;

    public Resource getOutput(Profile profile, String login, Map params) throws
InvalidAttributeException {

        this.profile = profile;
        this.login = login;
        sb = new StringBuffer();
        // The header generation is "borrowed" from XMLHandler
        sb.append("<html><body>");
        try {
            CgiUtil Util =new CgiUtil(params);
            if (!Util.containsKey("doneconfig")) {

```

```

        genConfig(profile, "?handler=compConfig");
    }
    else {
        changeConfig(Util, sb);
    }
} catch (Exception e) {e.printStackTrace();}

sb.append("</body>\n</html>\n");
InputStream insb = new ByteArrayInputStream(sb.toString().getBytes());
return new Resource(insb, new ResourceType("text/html"));
}

/**
 * This method writes out the students' components as an HTML form that can be used
 * for changing them.
 * There is one String parameter: a URL for the script or servlet to
 * handle the submitted form.
 */
public void genConfig(Profile profile,String ChangeCgi) throws InvalidProfileException,
InvalidAttributeException {
    Boolean ok=true;

    String curCompA, curCompP, curCompC;
    curCompA=curCompP=curCompC="";
    this.profile = profile;

    try {
        curCompA=profile.getAttributeValue("personal","compA");
        curCompP=profile.getAttributeValue("personal","compP");
        curCompC=profile.getAttributeValue("personal","compC");

    } catch (NumberFormatException nfe) {
        ok = false;
    }
    if (ok) {
        sb.append("<h2>Configuration Setup for " + login + "</h2>\n");
        sb.append("<form method=\"POST\" action=\"\" + ChangeCgi + "\">\n");

        sb.append("<h3>Componentes</h3>\n");
        sb.append("<table>\n");

        sb.append("<tr>\n");
        sb.append("<td>Componente A:<br /></td>\n");
        sb.append("<td><input type = \"text\" name = \"Componente A\" value = \" + curCompA + \" size = \"10\"><br /></td>\n");
        sb.append("</tr>\n");

        sb.append("<tr>\n");
        sb.append("<td>Componente B:<br /></td>\n");
        sb.append("<td><input type = \"text\" name = \"Componente P\" value = \" + curCompP + \" size = \"10\"><br /></td>\n");
        sb.append("</tr>\n");

        sb.append("<tr>\n");
        sb.append("<td>Componente C:<br /></td>\n");
        sb.append("<td><input type = \"text\" name = \"Componente C\" value = \" + curCompC + \" size = \"10\"><br /></td>\n");
        sb.append("</tr>\n");

        sb.append("</table>\n");
        sb.append("<input type=hidden name=doneconfig value= />\n");
        sb.append("<input type=\"SUBMIT\" value=\"Confirmar\">\n");
        sb.append("<input type=\"RESET\" value=\"Cancelar\">\n");
        sb.append("</form>\n");
    }
}

/**
 * This method reads input from a POST request and replaces the user model
 * by the values contained in the request.
 * The form for this POST request is supposed to be the one generated by
 * the "genConfig" method.
 */

```

```

    public void changeConfig(CgiUtil Util, StringBuffer sb) throws AHAException,
        DatabaseException, InvalidProfileException, InvalidConceptException,
        InvalidAttributeException {

        AHADB db = AHASStatic.DB();

        // complete html document

        String novoA, novoP, novoC;

        novoA = Util.get("Componente A").toString();
        novoP = Util.get("Componente P").toString();
        novoC = Util.get("Componente C").toString();
        boolean ok=true;
        int pA,pP,pC;
        pA=pP=pC=0;
        try {
            pA = Integer.parseInt(novoA);
            pP = Integer.parseInt(novoP);
            pC = Integer.parseInt(novoC);

        } catch (NumberFormatException nfe) {
            ok = false;

            // value is not a number
        }
        if (ok && 0<=pA && pA<=100 && 0<=pP && pP<=100 && 0<=pC && pC<=100) {
            profile.setAttributeValue("personal","compA", novoA);
            profile.setAttributeValue("personal","compP", novoP);
            profile.setAttributeValue("personal","compC", novoC);
        }
        if (ok) {
            db.getProfileDB().setProfile(profile.id, profile);
            sb.append("<h2>Componentes" + profile.getAttributeValue("personal","id") + "
foram alteradas.</h2>\n");
            sb.append("<p>Podes agora prosseguir o teu trabalho.</p>");
        }
    }
}

```


Anexo D – Alguns exemplos de actividades de aprendizagem

1ª Sessão – 16.01.08

- Actividade Presencial

- **Matéria:** Formalismos, Variável, Operadores e estruturas condicionais (Se...)
- **Tipo:** Criativa e Prática
- **Tempo:** 1 hora (incluindo apresentação e discussão de resultados)
- **Actividades:**

1. Foram estudados três formalismos para descrever algoritmos. Estas descrições têm as suas próprias regras, representações e limitações.

Crie um formalismo para descrever tarefas do quotidiano. Para isso, tente relacionar os mecanismos que já conhece e eliminar se possível, as desvantagens inerentes a cada um.

(Actividade Criativa)

2. Elabore um algoritmo em pseudocódigo que permita estimar o custo de combustível que gasta um automóvel numa viagem. Os dados de entrada são: quantidade de quilómetros a percorrer; o preço por litro do combustível e o consumo do automóvel aos 100Kms. (Actividade Prática)

3. Uma companhia de seguros adoptou a seguinte política para os seus seguros:

- goza de boa saúde e não sofreu acidentes: realizar contrato A;
- goza de boa saúde e já teve um acidente: realizar contrato B;
- não goza de boa saúde: fazer exame médico;
- já teve mais do que um acidente: contrato recusado;

a) Elabore um algoritmo em pseudocódigo que permita determinar o contrato ou acção a realizar.

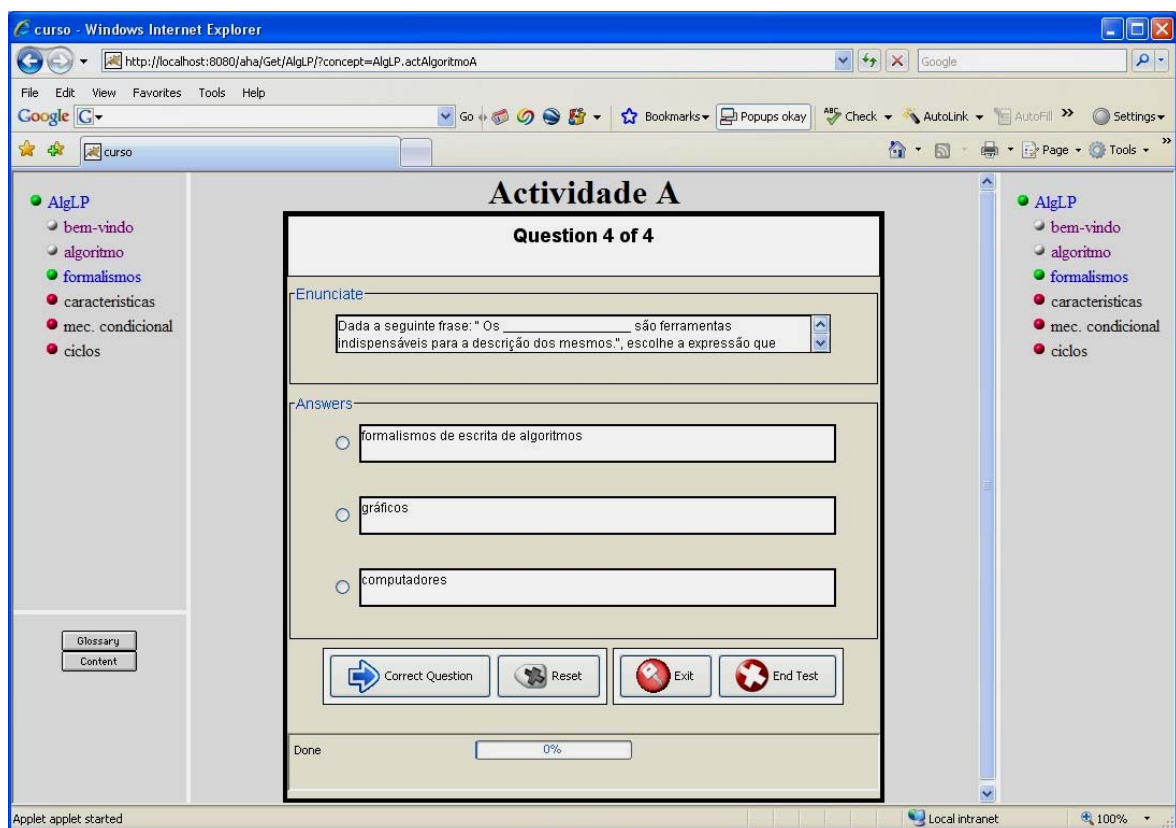
b) Faça o fluxograma para o algoritmo desenvolvido na alínea anterior.

c) Implemente o algoritmo da alínea a) para VisualBasic.

(Actividade Prática)

- **Actividades on-line:**

- **Matéria:** Formalismos, Variável, Operadores e estruturas condicionais (Se...)
- **Duração:** 2 horas (incluindo estudo autónomo de conteúdos)
- **Exemplo de uma actividade analítica:**



▪ Exemplo de uma actividade prática:

The screenshot shows a web browser window titled 'curso - Windows Internet Explorer' with the address bar displaying 'http://localhost:8080/aha/Get/AlgLP/?concept=AlgLP.actFormalismoP'. The page content is titled 'Actividade P' and 'Question 2 of 4'. The question text is: 'Na figura abaixo, é apresentada uma sequência abstracta de passos representada num fluxograma. Escolhe a sequência de acções que melhor a'. Below the text is a flowchart diagram. The flowchart starts with a parallelogram (input/output), followed by a decision diamond. The 'S' (Yes) branch leads to a parallelogram, and the 'N' (No) branch leads to a rectangle (process) followed by a parallelogram. The flowchart is enclosed in a dashed box. Below the flowchart, there are three multiple-choice options. The second option is selected and highlighted in blue: 'Acção1:Calcular salário; Acção2:Se for salário mínimo então informa que está isento senão calcula o valor a pagar e mostra o resultado.' At the bottom of the question area, there are four buttons: 'Correct Question', 'Reset', 'Exit', and 'End Test'. On the left and right sides of the main content area, there are vertical navigation menus with links like 'AlgLP', 'bem-vindo', 'algoritmo', 'formalismos', 'fluxograma', 'linguagem natural', 'pseudocodigo', 'caracteristicas', 'mec.', 'condicional', and 'ciclos'. The bottom status bar shows 'Local intranet' and '100%' zoom.

Actividade P

Question 2 of 4

Enunciate

Na figura abaixo, é apresentada uma sequência abstracta de passos representada num fluxograma. Escolhe a sequência de acções que melhor a

Image

Answers

☐ Acção1:Digitar o salário; Acção2:Se for salário mínimo então informa que está isento senão calcula o valor a pagar e mostra o resultado.

☒ **Acção1:Calcular salário; Acção2:Se for salário mínimo então informa que está isento senão calcula o valor a pagar e mostra o resultado.**

☐ Acção1:Digitar o salário; Acção2:Se for salário mínimo então informa que está isento e mostra o resultado senão calcula o valor.

▪ Exemplo de uma actividade criativa:

The screenshot displays a web application titled "Actividade C" within a Windows Internet Explorer browser. The address bar shows a local URL: `http://localhost:8080/aha/Get/AlgLP/?concept=AlgLP.actFormalismoC`. The browser's menu bar includes File, Edit, View, Favorites, Tools, and Help. The toolbar contains various icons for navigation and utility. The main content area is titled "Actividade C" and "Question 2 of 4".

The question, labeled "Enunciate", asks: "Qual das sequências abaixo, representa a metodologia adoptada para criação de programas?". Below the question, the "Image" section shows two sequences, "Sequência A" and "Sequência B". Both sequences depict a process flow involving a lightbulb, gears, and a key, with red arrows indicating the direction of the process.

The "Answers" section contains two radio buttons. The first option, "Sequência A.", is selected and highlighted in blue. The second option is "Sequência B.". Below the answers, there are four buttons: "Correct Question" (with a blue arrow icon), "Reset" (with a circular arrow icon), "Exit" (with a red circle and white 'X' icon), and "End Test" (with a red circle and white 'X' icon).

At the bottom of the question area, a progress bar shows "Done" and "0%". The browser's status bar at the bottom indicates "Applet applet started" and "Local intranet".

On the left and right sides of the main content area, there are vertical navigation menus. The left menu lists various topics under "AlgLP": bem-vindo, algoritmo, formalismos, fluxograma, linguagem natural, pseudocodigo, and características. The right menu lists the same topics under "AlgLP".

2ª Sessão – 19.01.08**- Actividades Presenciais:**

- **Matéria:** Estruturas condicionais e estruturas repetitivas
- **Tipo:** Prática
- **Tempo:** 1 hora (incluindo apresentação e discussão de resultados)
- **Actividades :**

1. Pretende-se um algoritmo (em pseudocódigo) que faça algumas estatísticas referentes a um determinado campeonato de futebol. Por cada jornada, o algoritmo deve pedir: quantos golos foram marcados, quantidade de cartões amarelos e quantidade de cartões vermelhos. Seguidamente, o algoritmo deverá mostrar para o ecrã, a seguinte informação:

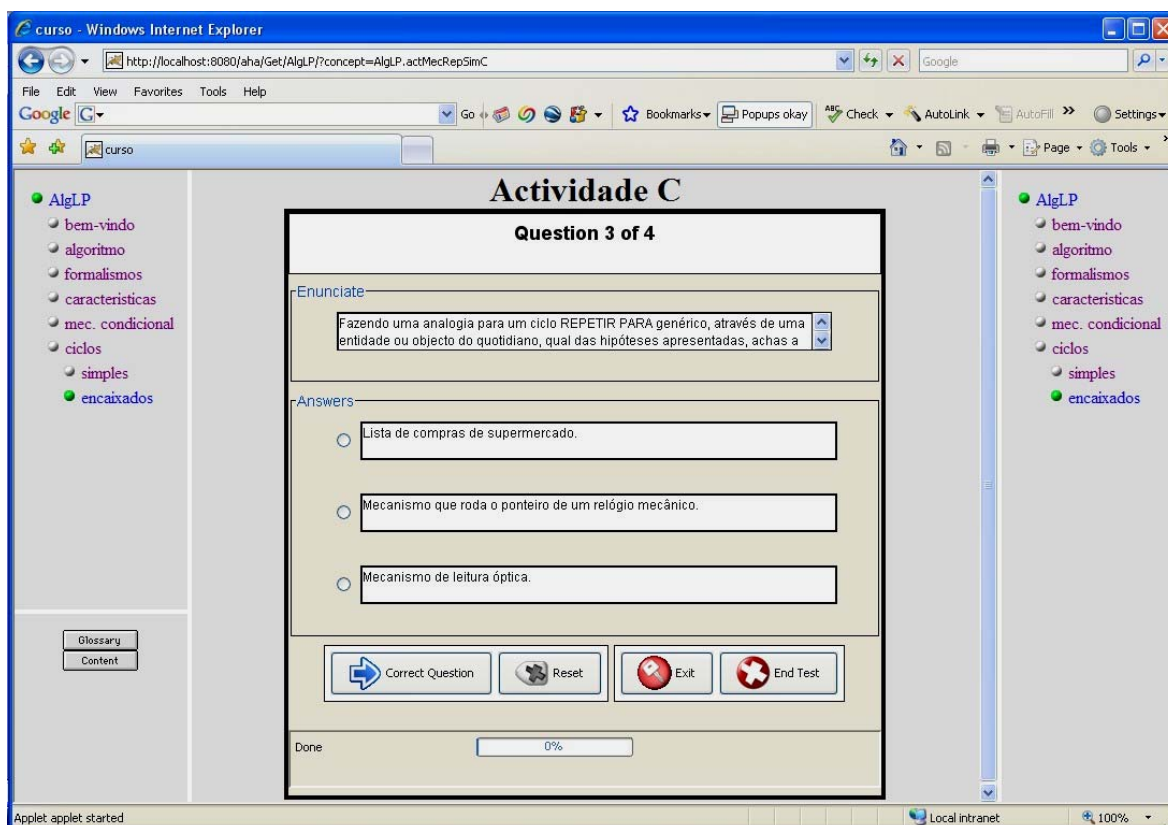
- A média de golos marcados, por jornada;
- Os números das jornadas onde tenham sido mostrados cartões amarelos mas não tenham sido mostrados cartões vermelhos.
- Os números das jornadas onde se verificou um aumento do número de golos marcados em relação à jornada anterior. Por exemplo, se nas primeiras cinco jornadas, os golos marcados fossem, respectivamente: 6,7,4, 5 e 3, as jornadas a mostrar seriam, a jornada 2 e a jornada 4.

Notas: O número de jornadas deve também ser pedido ao utilizador, devendo ser superior a 3 (três) e inferior a 20 (vinte), caso contrário, terá de ser pedido novo valor ao utilizador enquanto não for válido. Não é necessário fazer a validação dos demais dados de entrada.

2. Implemente o algoritmo da alínea anterior em VisualBasic.

- **Actividades on-line:**

- **Matéria:** Estruturas condicionais e estruturas repetitivas
- **Duração:** 2 horas (incluindo estudo autónomo de conteúdos)
- **Exemplo de uma actividade criativa:**



▪ Exemplo de uma actividade prática:

The screenshot shows a web browser window titled "curso - Windows Internet Explorer" with the address bar displaying "http://localhost:8080/aha/Get/AlgLP/?concept=AlgLP.actMecRepSimP". The browser's menu bar includes File, Edit, View, Favorites, Tools, and Help. The address bar has a Google search bar and buttons for Go, Bookmarks, and Settings. The main content area is titled "Actividade P" and "Question 2 of 4".

Enunciate

Pretende-se transformar o ciclo REPETIR PARA, existente no fragmento A, num ciclo REPETIR ENQUANTO. Qual das soluções escolherias?

Image

Fragmento A	Solução A	Solução B	Solução C
$Ler(N)$ $TOTAL \leftarrow 10$ Repetir para $i = 1$ até N Passo 1 $TOTAL \leftarrow TOTAL + i$	$Ler(N)$ $TOTAL \leftarrow 10$ $i \leftarrow 1$ Repetir enquanto $i \leq N$ $TOTAL \leftarrow TOTAL + i$	$Ler(N)$ $TOTAL \leftarrow 10$ $i \leftarrow 1$ Repetir enquanto $i \leq N$ $TOTAL \leftarrow TOTAL + i$ $i \leftarrow i + 1$	$Ler(N)$ $TOTAL \leftarrow 10$ $i \leftarrow 1$ Repetir enquanto $i \leq N$ $TOTAL \leftarrow TOTAL + i$ $i \leftarrow i + 1$

Answers

☐ A.

☒ B.

☐ C.

☐ Nenhuma das soluções.

The browser's status bar at the bottom shows "Applet applet started", "Local intranet", and "100%".

▪ Exemplo de uma actividade analítica:

The screenshot shows a web browser window titled 'curso - Windows Internet Explorer'. The address bar displays 'http://localhost:8080/aha/Get/AlgLP/?concept=AlgLP.actMecRepSimA'. The browser's menu bar includes 'File', 'Edit', 'View', 'Favorites', 'Tools', and 'Help'. The toolbar contains 'Go', 'Google', 'Bookmarks', 'Popups okay', 'Check', and 'Settings'. The main content area is titled 'Actividade A' and 'Question 1 of 4'. It features a 'Enunciate' section with the text: 'No mecanismos de repetição REPETIR ENQUANTO e REPETIR PARA, a instrução ou instruções dentro do ciclo são executadas no mínimo uma vez.' Below this is an 'Answers' section with three radio button options. The third option, 'A afirmação é falsa. Em ambas as situações, as instruções dentro do ciclo podem nunca ser executadas.', is selected and highlighted in blue. At the bottom of the question area are four buttons: 'Correct Question', 'Reset', 'Exit', and 'End Test'. A 'Done' progress bar shows '0%'. The left and right sidebars contain a navigation menu with items: 'AlgLP', 'bem-vindo', 'algoritmo', 'formalismos', 'características', 'mec.', 'condicional', 'ciclos', 'simples', and 'encaixados'. The bottom status bar shows 'Applet applet started' and 'Local intranet'.

curso - Windows Internet Explorer

http://localhost:8080/aha/Get/AlgLP/?concept=AlgLP.actMecRepSimA

File Edit View Favorites Tools Help

Google Go Bookmarks Popups okay Check Settings

curso

Actividade A

Question 1 of 4

Enunciate

No mecanismos de repetição REPETIR ENQUANTO e REPETIR PARA, a instrução ou instruções dentro do ciclo são executadas no mínimo uma vez.

Answers

☐ A afirmação é verdadeira.

☐ A afirmação é falsa porque só se verifica um número mínimo de vezes para o ciclo REPETIR PARA.

☒ A afirmação é falsa. Em ambas as situações, as instruções dentro do ciclo podem nunca ser executadas.

Correct Question Reset Exit End Test

Done 0%

Applet applet started Local intranet 100%

AlgLP

- bem-vindo
- algoritmo
- formalismos
- características
- mec.
- condicional
- ciclos
- simples
- encaixados