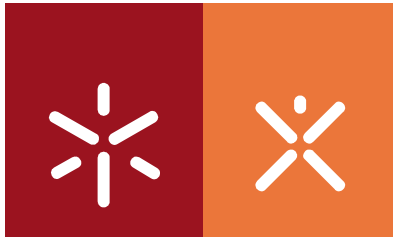




Universidade do Minho
Instituto de Educação

Ricardo Manuel Neves Pinto

As aplicações hipermédia podem promover o sucesso escolar e a autorregulação da aprendizagem? Análise da eficácia de uma aplicação hipermédia



Universidade do Minho
Instituto de Educação

Ricardo Manuel Neves Pinto

As aplicações hipermédia podem promover o sucesso escolar e a autorregulação da aprendizagem? Análise da eficácia de uma aplicação hipermédia

Tese de Doutoramento em Ciências da Educação
Especialidade de Tecnologia Educativa

Trabalho realizado sob a orientação do
Professor Doutor Bento Duarte Silva
e do
Doutor Pedro José Sales Luís de Fonseca Rosário

março de 2014

DECLARAÇÃO

Nome: Ricardo Manuel Neves Pinto

Endereço electrónico: rmnpslb@gmail.com

As aplicações hipermédia podem promover o sucesso escolar e a autorregulação da aprendizagem? Análise da eficácia de uma aplicação hipermédia

Orientadores: Professor Doutor Bento Duarte Silva

Doutor Pedro José Sales Luís de Fonseca Rosário

Ano de Conclusão: 2014

Tese de Doutoramento em Ciências da Educação

Especialidade de Tecnologia Educativa

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA TESE, APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.

Universidade do Minho, 14 de março de 2014

Assinatura: _____

Agradecimentos

Realizar este trabalho de investigação foi possível com o apoio, a amizade, a disponibilidade, a compreensão e o amor de algumas pessoas que não posso deixar de enunciar. Agradeço assim de uma forma muito especial:

- aos Professores Doutores Bento Duarte Silva e Pedro Rosário pelo profissionalismo, orientação, disponibilidade, e pela qualidade das ajudas ao longo deste percurso;
- à Professora Dina Loff pela sua ajuda na componente matemática, mas também, e sobretudo, pela amizade que fomos construindo;
- ao grupo de investigação em Psicologia (Guia) que me acompanhou diariamente durante estes últimos anos e a quem eu ficarei eternamente grato. Obrigado pela boa disposição, ajuda, comentários e amizade;
- aos colegas que amavelmente se disponibilizaram a participar nesta investigação pelo empenho, compreensão e pelas sugestões apresentadas;
- a todos os alunos envolvidos nesta investigação;
- a todos os amigos e familiares que direta ou indiretamente estiveram sempre presentes nos momentos certos, apoiando-me, aceitando e compreendendo as minhas ausências, o meu cansaço e o meu humor (ou falta dele);
- ao Pedro Ferreira pelo apoio e pelas sugestões que enriqueceram a aplicação;
- à Madalena Faria, à Fátima Ferraz e aos meus sogros, Teresa e Adélio, pela longa amizade, disponibilidade e pelas inúmeras vezes que me ajudaram a cuidar do meu filho Tiago;
- à minha irmã Yolanda pelo apoio, compreensão e disponibilidade;
- ao meu irmão Alexandre pelo apoio, compreensão, disponibilidade e pela tradução e comentários realizados;
- aos meus sobrinhos Sara, Rui, Diogo e Jessica por tudo;
- aos meus pais que sempre fizeram tudo por mim apoiando-me incondicionalmente e incentivando-me a estudar. Sem eles este trabalho não seria possível;
- à minha esposa, Orlanda Ferraz, pilar fundamental da minha vida e sem a qual não seria possível agarrar este projeto com tanta intensidade;
- ao meu filho Tiago pelo seu amor incondicional. Desejo que o trabalho que aqui apresento lhe mostre que com dedicação e empenho os objetivos serão sempre possíveis e mais fáceis de alcançar. Quem não desistir, há-de conseguir, também esta tese e o projecto Hypatiamat são uma prova disso mesmo.

Este projeto foi financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT), através da atribuição da bolsa de Doutoramento com a referência SFRH/BD/71590/2010.

Resumo

A globalização e a revolução tecnológica potenciaram novos desafios e oportunidades em diversas áreas, nomeadamente na educação. No caso particular da Matemática, dados os resultados menos positivos dos alunos portugueses em provas nacionais e internacionais, a utilização correta da tecnologia, com a incorporação de alguns pressupostos educativos propostos nesta investigação, pode contribuir para a melhoria desses resultados. O mesmo acontece se promovermos, nos ambientes tecnológicos, a autorregulação da aprendizagem (ARA), construto fundamental nos processos de aprendizagem com implicações no sucesso escolar.

Esta investigação incorpora contribuições da tecnologia, da Matemática e da psicologia da educação na construção de uma aplicação hipermédia (inserida na plataforma Hypatiamat). Primeiramente foi construída uma aplicação hipermédia dinâmica e interativa sobre o Teorema de Pitágoras (TP) tendo em atenção alguns pressupostos (e.g., andaimagem, inclusão de um tutor digital, feedback adaptado, ARA). Posteriormente, e usando esta aplicação, desenvolvemos a nossa investigação seguindo um modelo quasi-experimental com avaliação pre-post com três grupos da variável independente. Participaram nesta investigação 62 professores, 120 turmas e 2862 alunos do 8.º ano de escolaridade.

Pretendeu-se avaliar o impacto da utilização da aplicação do TP nos resultados académicos em Matemática, nos processos de ARA dos alunos e na autoeficácia (AE) a Matemática. Para isso, e antes de lecionado o conteúdo do TP, foi ministrada uma ação de formação a todos os docentes envolvidos na investigação e foram criados três grupos com as seguintes condições: no primeiro grupo, GE1, os alunos aprenderam os conteúdos de uma unidade curricular (Teorema de Pitágoras, TP) utilizando a aplicação hipermédia e o seu guião autorregulatório como suporte para as aprendizagens; no GE2 os alunos foram informados pelos professores da existência da aplicação, mas não a utilizaram na sala de aula como recurso para as aprendizagens. No terceiro grupo, GC, os alunos não foram informados da existência da aplicação.

Os resultados do pré-teste revelaram que os grupos participantes eram equivalentes nos domínios do conhecimento prévio, na ARA e na AE. Após a intervenção, os resultados obtidos confirmam a eficácia da ferramenta na aprendizagem do conteúdo de matemática do TP e dos processos de autorregulação da aprendizagem. Os grupos GE1 e GE2 apresentaram diferenças estatisticamente significativas nas variáveis tomadas face ao GC, e o GE1 apresentou resultados superiores face ao GE2 nas mesmas variáveis. Globalmente, os resultados indicaram que as aplicações hipermédia baseadas nos pressupostos educativos já referidos podem contribuir para melhorar os resultados académicos a Matemática e os processos de autorregulação da aprendizagem.

Abstract

Globalization and technological revolution created new challenges and opened new avenues in several areas, namely in Education. Particularly concerning Maths, and due to the poor results of Portuguese students in national and international assessments, the proper use of technology combined with some educational assumptions referred in the present research work, may contribute to the improvement of our students academic results. The same is supposed to happen when one attends to self-regulated learning (SRL) – a fundamental construct – and incorporates it in technological environments as it may have clear repercussions in the enhancement of achievement.

The current research combines contributions from Technology, Maths and Educational Psychology in its design and construction of the hypermedia application used (the one presented in the Hypatiamat site). Initially, a dynamic and interactive hypermedia application about The Pythagorean Theorem (TP) has been built, having some essential assumptions in mind (e.g., scaffolding, inclusion of a digital tutor, adjusted feedback, SRL). After this first step, while using this application, the study has been developed following a quasi- experimental model with a pre-posttest evaluation of the three independent variable groups under research. A sample of 62 teachers, 120 classes and 2862 students from the 8th grade enrolled in the study.

The aim was to evaluate the impact of using the application with TP in the academic results of Maths, in the students' SRL processes and in self-efficacy (SE) for Maths. Therefore, and prior to the teaching of the TP contents, a guided teaching aid was tutored to every teacher involved, and three groups were created according to the following experimental conditions: in the first group, named GE1, students learned the contents of the curricular Unit (Pythagorean Theorem - TP) using the hypermedia application and its SRL Framework as a learning support; in the second group, named GE2, students were informed about the application, but they did not actually use it as a learning support and, lastly, in the third group, named GC, students followed a regular learning pattern and were not even informed about the existing application.

The pre-test results revealed that students in the assigned groups achieved similar in terms of prior knowledge in the domain, in SRL and SE. After the intervention, the results confirm the relevance and efficiency of this tool to learn the Maths TP contents along with the self-regulated learning processes. The groups GE1 and GE2 presented statistically significant differences in the executed variables comparing to GC; the students in GE1 achieved better results than students in GE2, when considering the same variables. In general, findings show that the hypermedia applications, based on the educational assumptions previously mentioned, may contribute to improve students' academic results in Maths as well as their self-regulated learning processes.

Índice

Resumo	v
Abstract	vii
Lista de abreviaturas e siglas	xii
Índice de Figuras	xiv
Índice de Tabelas.....	xvi
1. Introdução.....	3
1.1. Contextualização	3
1.2. Caracterização do estudo	4
1.3. Estrutura da dissertação	5
2. Revisão da literatura.....	9
2.1. A escola na sociedade da informação	9
2.2. A Tecnologia no ensino	12
2.2.1. Os computadores e a World Wide Web	12
2.2.2. A integração da tecnologia no ensino	14
2.2.3. A tecnologia no ensino da Matemática.....	21
2.3. Computer-Based Learning Environments.....	28
2.3.1. Conceito de hipermédia	28
2.3.2. Hipermédia enquanto ferramenta metacognitiva	29
2.4. Autorregulação da aprendizagem no hipermédia.....	32
2.4.1. Autorregulação da aprendizagem	32
2.4.2. CBLEs e ARA.....	38
2.5. Os tutores digitais em aplicações hipermédia	42

2.6. A procura de ajuda (" <i>Help seeking</i> ") em CBLEs.....	49
3. Metodologia.....	57
3.1. Introdução	57
3.2. Método.....	63
3.3. Participantes.....	64
3.4. Procedimento	65
3.4.1. Descrição geral da estrutura da aplicação hipermédia	65
3.4.2. Descrição da AHTP.....	66
3.4.2.1. A estrutura	67
3.4.2.2. A navegação.....	69
3.4.2.3. A interface.....	70
3.4.2.4. A aplicação do TP	71
3.4.3. Testes de usabilidade	82
3.5. Medidas e instrumentos.....	98
4. Apresentação e discussão dos resultados	103
4.1. Análise dos dados	103
4.1.1. Análise das diferenças inter-sujeitos (GC - GE1 - GE2) no pré-teste	103
4.1.2. Contrastação das hipóteses	106
4.1.3. Discussão dos resultados.....	110
5. Conclusão	117
5.1. Conclusão da investigação	117
5.2. Limitações e sugestões para investigações futuras.....	117
Referências	121
Anexos.....	133

Anexo A: Exemplos de questões do Pré-teste	135
Anexo B: Exemplos de questões do Pós-teste	137
Anexo C: Critérios de correção das questões do pré-teste apresentadas como exemplo	139
Anexo D: Critérios de correção das questões do pós-teste apresentadas como exemplo.....	141
Anexo E: Plano para a realização dos testes com utilizadores	143
Anexo F: Grelha de Observação	145
Anexo G: Questionário para avaliar o grau de satisfação dos utilizadores	147

Lista de abreviaturas e siglas

AHTP – Aplicação Hipermédia do Teorema de Pitágoras

ARA – Autorregulação da aprendizagem

ARPA – Advanced Research Projects Agency Network

ARPANET – Advanced Research Projects Agency

BECTA – British Educational Communications and Technology Agency

CBLE's – Computer-based Learning Environments (Ambientes de aprendizagem baseados em computadores)

CERN - Conseil Européene pour la Recherche Nucleaire

CUE – Conselho da União Europeia

EAC – Ensino Assistido por Computador

ECRIE – Equipa de Missão Computadores, Redes e Internet na Escola

EduTic – Unidade para o Desenvolvimento das TIC

ERTE/PTE - Equipa de Recursos e Tecnologias Educativas/Plano Tecnológico da Educação

ERTE - Equipa de Recursos e Tecnologias Educativas

FOCO – Formação Contínua de Professores

FORJA – Fornecimento de Equipamentos, Suportes Lógicos e Ações de Formação de Professores

GAVE – Gabinete de Avaliação Educacional

GC – Grupo de Controlo

GE1 – Grupo Experimental 1

GE2 – Grupo Experimental 2

GEPE – Gabinete de Estatística e Planeamento da Educação

GIASE – Gabinete de Informação e Avaliação do Sistema Educativo)

HTML – HyperText Markup Language

HTTP – HyperText Transfer Protocol

IA – Inteligência Artificial

IAC – Instrução Assistida por Computador

IWB – Interactive Whiteboards

ME - Ministério da Educação

MINERVA – Meios Informáticos no Ensino: Racionalização, Valorização, Atualização

NCTM - National Council of Teachers of Mathematics

OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development

PISA - Programme of International Student Assessment

PLEA – Planificação, execução e avaliação

Programa Nónio XXI – Programa de Tecnologias da Informação e da Comunicação da Educação

PT - Plano Tecnológico

PTE - Plano Tecnológico da Educação

RCTS – Rede Ciência, Tecnologia e Sociedade

STI – Sistemas Inteligentes de Tutoria

TCP/IP – Transmission Control Protocol /Internet Protocol

TIC - Tecnologia da Informação e Comunicação

TP - Teorema de Pitágoras

uARTE – Unidade de Apoio à Rede Telemática Educativa

UE – União Europeia

WWW - World Wide Web

Índice de Figuras

Figura 1. Níveis de proficiência dos alunos portugueses no PISA 2009 e 2012	25
Figura 2. Modelo PLEA da aprendizagem autorregulada (Rosário, 2004)	36
Figura 3. Crença comum do tamanho do efeito de tipos de tutoria (VanLehn, 2011, p. 198)....	46
Figura 4. Média do tamanho dos efeitos da meta-análise realizada (VanLehn, 2011, p. 209)..	47
Figura 5. Página principal do Hyptiamat.....	66
Figura 6. Estrutura híbrida.	67
Figura 7. Estrutura linear	67
Figura 8. Estrutura hierárquica ou em árvore	68
Figura 9. Estrutura em rede	68
Figura 10. Estrutura da aplicação hipermédia do TP.....	68
Figura 11. Elementos de navegação da aplicação do TP.....	69
Figura 12. Mancha gráfica da aplicação do TP	71
Figura 13. Página inicial da aplicação do TP.....	71
Figura 14. Páginas de acesso ao escritório do aluno/professor.....	72
Figura 15. Escritório do aluno	72
Figura 16. Primeira página da aplicação do TP.....	73
Figura 17. Botões de navegação	73
Figura 18. Conjunto de recursos disponíveis em todas as páginas da aplicação do TP	74
Figura 19. Avatar e <i>skillómetro</i>	74
Figura 20. Informações apresentadas pelo <i>skillómetro</i>	75
Figura 21. Exemplo de uma tarefa da aplicação do TP	76
Figura 22. Tutor digital a oferecer ajuda ao aluno	77
Figura 23. Solução e proposta de resolução de uma tarefa.....	77
Figura 24. Quadro com as dificuldades elegíveis	78

Figura 25. Ajuda adaptada à especificidade da própria tarefa	79
Figura 26. Orientação do tutor digital mediante o desempenho do aluno	79
Figura 27. Intervenção do tutor digital quando o aluno corrige sistematicamente as tarefas	80
Figura 28. Símbolo para realizar testes de conhecimentos.....	80
Figura 29. Teste de conhecimentos	81
Figura 30. Exemplo da intervenção do tutor digital no final da realização de um teste de conhecimentos.....	81
Figura 31. Exames nacionais e internacionais	82
Figura 32. Página da AHTP explicativa de alguns dos seus principais ícones.....	84
Figura 33. Médias da variável, <i>conhecimento do domínio</i> , na investigação nos dois momentos, pré e pós-teste.....	107
Figura 34. Médias da variável, <i>rendimento a Matemática</i> , na investigação nos dois momentos, pré e pós-teste.....	107
Figura 35. Médias da variável, <i>estratégias de autorregulação</i> , na investigação nos dois momentos, pré e pós-teste.....	107
Figura 36. Médias da variável, <i>autoeficácia</i> , na investigação nos dois momentos, pré e pós-teste.	108

Índice de Tabelas

Tabela 1. Resultados dos Exames Nacionais de Matemática do 9.º ano por níveis de classificação (em percentagem)	22
Tabela 2. Resultados positivos (níveis 3, 4 e 5) dos Exames Nacionais de Matemática do 9.º ano (em percentagem)	23
Tabela 3. Posição de alguns países relativamente ao desempenho em Matemática	24
Tabela 4. Fases e áreas para a aprendizagem autorregulada (Pintrich, 2000).....	35
Tabela 5. Níveis das pistas no Tutor de geometria cognitivo (Roll et al., 2011, p. 268).....	50
Tabela 6. Distribuição dos participantes por grupo de investigação e por sexo	64
Tabela 7. Competências incluídas no <i>skillómetro</i>	75
Tabela 8. Execução das tarefas realizadas pelos alunos, em segundos	85
Tabela 9. Execução das tarefas realizadas pelos professores, em segundos.....	86
Tabela 10. Número de tentativas efetuadas pelos alunos para obter sucesso nas tarefas.....	87
Tabela 11. Número de tentativas efetuadas para obter sucesso nas tarefas, pelos professores	88
Tabela 12. Resultados do questionário de satisfação dos alunos	89
Tabela 13. Resultados do questionário de satisfação dos professores	90
Tabela 14. Apreciação global da AHTP por parte dos utilizadores (alunos/professores).....	91
Tabela 15. Matriz de correlação dos resultados das variáveis dependentes (pré-teste) e estatística descritiva (média, desvio padrão, assimetria e curtose)	104
Tabela 16. Matriz de correlação dos resultados das variáveis dependentes (pós-teste) e estatística descritiva (média, desvio padrão, assimetria e curtose)	105
Tabela 17. Médias e desvios-padrão das variáveis incluídas na investigação nos dois momentos, pré e pós-teste.....	109

Capítulo I - Introdução

1. Introdução

1.1. Contextualização

Um dos objetivos dos sistemas educativos é a promoção do sucesso escolar sendo esta também uma das principais preocupações das comunidades educativas (Rosário et al., 2012). No caso particular da Matemática temos assistido quer a nível interno, segundo os resultados dos exames nacionais, provas finais e provas de aferição, quer a nível externo, segundo os últimos relatórios do Programme for International Student Assessment - PISA (OECD, 2010, 2012), a uma ligeira melhoria dos resultados. No entanto, estamos ainda aquém do desejado (e.g., no exame nacional de Matemática 2011/2012 apenas 54,7% dos alunos obteve um desempenho positivo e na prova final de Matemática de 2012/2013 apenas 39,7% dos alunos conseguiu um desempenho positivo). Por este motivo, a promoção do sucesso a Matemática deve ser uma preocupação constante por parte de todos os agentes educativos e deve ter em atenção as mudanças sociais, económicas e tecnológicas da nossa sociedade.

Ao olharmos, hoje, para o processo de ensino-aprendizagem constatamos que o paradigma educacional mudou (Silva, 2006), ou está em mudança, de acordo com duas assunções estruturais: a exigência de um papel ativo do aluno na construção do conhecimento e o ambiente tecnológico que embebe todas as atividades da vida quotidiana. No atual contexto social, o processo de ensino-aprendizagem tem acentuado a construção do conhecimento por parte do aluno, realçando o seu papel ativo no controlo da sua aprendizagem. Para a promoção e desenvolvimento da autonomia, por todos desejada, são necessários níveis elevados na autorregulação da aprendizagem (ARA) pois um aluno autorregula a sua aprendizagem na medida que se envolva metacognitiva, motivacional e comportamentalmente no processo de aprendizagem (Zimmerman, 2001).

Com base na investigação produzida nas últimas décadas podemos concluir que a ARA é um construto fundamental nos processos de aprendizagem com implicações no sucesso escolar (Rosário et al., 2010; Schunk & Ertmer, 2000; Zimmerman, 2008).

Em paralelo, a revolução tecnológica, tem proporcionado inúmeras ferramentas e aplicações interativas onde é evidente a necessidade de o aluno autorregular a sua aprendizagem (Azevedo, 2005a). Um conjunto alargado de estudos tem mostrado que as aplicações hipermédia podem contribuir para melhorar a aprendizagem em várias áreas, nomeadamente na área da matemática. No entanto, para realizar aprendizagens nestes

ambientes o aluno deve assumir o controlo do processo, por exemplo, definindo objetivos, planificando a sua aprendizagem e monitorizando o seu progresso (Weerasinghe, du Boulay & Biswas, 2013), ou seja, os alunos são convocados a autorregular a sua aprendizagem.

Assim, tendo presente a evolução da tecnologia e a mudança de paradigma educacional, torna-se premente que a construção de aplicações hipermédia convoque tanto a tecnologia como a ARA de forma a contribuir para a promoção do sucesso escolar no geral e da Matemática em particular.

A construção de aplicações que, utilizando a tecnologia, promovam a autorregulação da aprendizagem é, nos dias de hoje, um grande desafio. Primeiro, porque os alunos *respiram* tecnologia e incorporam-na no seu dia-a-dia como um bem essencial; segundo porque ao lidar com a tecnologia o aluno tem de assumir um papel definitivamente mais ativo. Neste sentido, a construção de uma aplicação hipermédia orientada para promover o sucesso educativo do aluno deve rentabilizar este binómio de forma a potenciar o sucesso escolar. Por exemplo, na fase de construção de uma aplicação hipermédia deve-se incorporar alguns pressupostos que efetivem a promoção das competências autorregulatórias do aluno (e.g., a inclusão de um tutor digital, se possível com uma andaimagem adaptativa).

1.2. Caraterização do estudo

Nesta investigação pretendemos realizar um “casamento” entre a matemática, a tecnologia e a psicologia da educação, na tentativa de responder à questão: As aplicações hipermédia podem promover o sucesso escolar e a autorregulação da aprendizagem?

Para responder a esta questão construímos uma aplicação hipermédia centrada sobre o Teorema de Pitágoras e que incorpora algumas das boas práticas referidas na literatura no sentido de potenciar uma aprendizagem de qualidade e promover os processos ARA. Com a aplicação construída pretendemos avaliar a sua eficácia no desempenho dos alunos, na promoção da ARA e no incremento da autoeficácia em matemática. Estiveram envolvidos nesta investigação 2862 alunos provenientes de 120 turmas de 30 escolas da cidade de Braga. Para alcançar os objetivos definidos nesta investigação: desenhamos uma ação de formação que foi ministrada a todos os docentes envolvidos, foi aplicado um pré-teste e um pós-teste a todos os alunos envolvidos, bem como questionários de autorrelato sobre a ARA e a autoeficácia a Matemática. A investigação em sala de aula decorreu durante 3 semanas.

1.3. Estrutura da dissertação

Esta dissertação está organizada da seguinte forma: o capítulo da introdução apresenta uma abordagem à problemática que norteia esta investigação, contextualizando-a e caracterizando o estudo; o capítulo da revisão de literatura inicia enquadrando e balizando a escola na sociedade de informação, salientando as implicações da tecnologia na sociedade em geral e na escola em particular.

De seguida foi contextualizada a tecnologia no ensino, descrevendo a evolução e o impacto dos computadores e da World Wide Web no ensino. Foi realizada uma revisão sobre a integração da tecnologia no ensino em Portugal, salientando os vários programas tecnológicos aplicados. Ainda neste ponto foram apresentados os resultados obtidos pelos alunos portugueses nos exames internos (exames nacionais, provas de aferição e prova final de Matemática) e em relatórios externos (PISA) e contextualizada a utilização da tecnologia no ensino da Matemática.

No ponto seguinte foi apresentado o conceito de hipermédia, sendo este analisado enquanto ferramenta metacognitiva.

Seguiu-se a análise do conceito de autorregulação da aprendizagem, focando a sua importância na aprendizagem com recurso a documentos hipermédia, bem como a interligação entre ambientes de aprendizagem baseados no computador e na ARA. O capítulo da revisão de literatura encerra analisando a importância dos tutores digitais bem como o suporte de pedido de ajuda em ambientes hipermédia de forma a promover o sucesso escolar e a ARA.

O capítulo da metodologia abordou a investigação, definiu as hipóteses que guiaram o estudo e o método utilizado, explicitou-se ainda quais os participantes e o procedimento utilizado. De seguida foi realizada uma descrição pormenorizada da aplicação hipermédia do teorema de Pitágoras focando a sua estrutura, a navegação, a interface e a aplicação propriamente dita. Foram referidos os testes de usabilidade aplicados junto de potenciais utilizadores da aplicação hipermédia desenhada (alunos e professores do ensino básico). Terminámos este ponto com descrição das medidas e dos instrumentos utilizados nesta investigação.

No capítulo quarto foram apresentados e discutidos os resultados. Este capítulo iniciou com a análise dos dados seguindo-se a contrastação das hipóteses e a discussão dos resultados.

No último capítulo foram apresentadas as conclusões e as limitações e sugestões para investigações futuras.

2. Revisão da literatura

2.1. A escola na sociedade da informação

A globalização das tecnologias de informação e comunicação é, sem dúvida, uma característica dos tempos modernos. Esta globalização não é indiferente à importância e ao desempenho preponderante da comunicação no desenvolvimento da sociedade. Desde o aparecimento da imprensa, do telefone, da rádio, da televisão, do computador até às mais recentes tecnologias, nomeadamente a World Wide Web (WWW), a sociedade foi aprendendo e desenvolvendo novas formas de comunicar e interagir (Gonçalves & Silva, 2003).

O processo comunicacional é reflexo das mudanças tecnológicas e sociais e tem vindo a sofrer consideráveis alterações, “o aparecimento dos média de amplificação marca a passagem para a ecologia comunicacional de Massa. Ou seja, passa-se de uma configuração em que o âmbito da comunicação estava circunscrito a um reduzido número de recetores para um âmbito extremamente elevado” (Silva, 2007, p. 5). As sociedades modernas são marcadas por uma característica nova que penetra todas as esferas dessa sociedade: a tecnologia.

Atualmente, a nossa sociedade respira tecnologia e é, por esta, constantemente aliciada, transformada e desafiada. Torna-se evidente a “reorganização do espaço tradicional que une o autor e o leitor, o transmissor e o recetor, sob a forma de uma rede de múltiplas representações e interpretações que se substitui à lógica das representações singulares nos média convencionais” (Dias, 2000, p. 141).

A escola não está imune a esta reorganização correndo, inclusivamente, o risco de ficar obsoleta se não acompanhar as novas tendências tecnológicas (Paiva, 2002). Estas marcam, na sua generalidade, a educação, nomeadamente as políticas educativas e o trabalho docente (Moreira & Kramer, 2007). Conscientes desta nova realidade, é premente uma mudança de atitude face aos reptos de inovação que a tecnologia oferece. Torna-se crucial olhar positivamente para a tecnologia e estimular a escola e os professores a desenvolverem novas práticas e metodologias de ensino, que passam, para muito deles, pelo recurso às tecnologias de informação e comunicação (TIC).

Assim, encarando a tecnologia como um parceiro no processo educativo, é importante que a escola em geral, e os professores em particular, acompanhem as mudanças e proporcionem uma aprendizagem em rede (Jonassen, 2007; Ramos, 2008). Essa rede é potenciada pelas principais “ferramentas” tecnológicas que vieram revolucionar o mundo da

comunicação, nomeadamente a comunicação educacional, sendo a mais conhecida a Internet, mais concretamente a WWW. O professor passa a ter a companhia de ferramentas tecnológicas de fácil acesso e de disseminação muito rápida onde a informação está à distância de um clique.

Assim:

A organização educativa, onde outrora protagonizavam os docentes como únicos detentores do conhecimento científico e da autoridade dentro da sala de aula, não mais se pode reclamar de ser a única instituição fornecedora de "saberes", nem estes podem continuar a ser debitados perante passivos alunos (Gonçalves & Silva, 2003, p. 428).

A escola, com todos os seus intervenientes, terá de se adaptar ao aparecimento, quase constante, destas novas “ferramentas” educativas. Castells (2007) refere que para além das mudanças tecnológicas que ocorreram, e ocorrem, nas escolas e na formação dos professores era importante consensualizar um novo paradigma educacional baseado na interatividade e no desenvolvimento da capacidade do aluno aprender/pensar de forma autónoma.

A utilização, por parte da escola, destas tecnologias poderá ser realizada de duas formas: ou perspetivando o seu uso exclusivo por parte dos professores como veículo de comunicação; ou organizando e facilitando a aprendizagem (Costa, 2007). Assim, cabe aos sistemas de ensino, a responsabilidade de desenvolver mecanismos que mobilizem os diversos atores para um ensino desprendido das orientações mais tradicionais e ancorado nas pedagogias que privilegiam a simples transmissão do conhecimento, tornando-o num ensino que valorize a participação ativa do aluno na construção do conhecimento. Estes mecanismos devem conter abordagens não sequenciais, permitindo que o aluno “questione as suas ideias e crenças, encorajando assim o desenvolvimento de um processo interativo e provocativo na construção pessoal do conhecimento” (Dias, 2000, p. 142).

O papel, sempre importante, do professor (Gonçalves & Silva, 2003; Jonassen, 2007) deverá estar focado na organização e na criação de verdadeiras condições para concretizar essa aprendizagem (Costa, 2007) pois, na sociedade do conhecimento, o professor já não pode limitar-se a transmitir e difundir o conhecimento, deve “tornar-se parceiro de um saber coletivo que lhe compete organizar” (Livro Verde para a Sociedade da Informação em Portugal, 1997, p. 46).

Neste sentido, as novas tecnologias, através da adoção de novas metodologias interativas, criaram o ambiente propício ao estabelecimento de novas relações entre quem ensina e quem aprende facilitando assim a aprendizagem (Mercado, 2001).

As novas tecnologias criaram novas chances de reformular as relações entre alunos e professores e de rever a relação da escola com o meio social, ao diversificar os espaços de construção do conhecimento, ao revolucionar. Processos e metodologias de aprendizagem, permitindo à escola a um novo diálogo com os indivíduos e com o mundo. Neste contexto, é fundamental colocar o conhecimento à disposição de um número cada vez maior de pessoas e para isso é preciso dispor de ambientes de aprendizagem em que as novas tecnologias sejam ferramentas instigadoras, capazes de colaborar para uma reflexão crítica, para o desenvolvimento da pesquisa, sendo facilitadoras da aprendizagem de forma permanente e autónoma (Mercado, 2001, p. 1).

A utilização das novas tecnologias no processo ensino-aprendizagem acentua o processo de construção da aprendizagem realizada pelo aluno. No entanto, o professor, deve, para além de atuar como mediador e facilitador do conhecimento, proporcionar ambientes que favoreçam a participação, a comunicação e a interação na sala de aula. Apesar de genericamente motivados para o uso das novas tecnologias em sala de aula, os professores “deparam-se com grandes dificuldades, sobretudo, porque não tiveram a preparação específica e adequada para o fazerem, dificilmente conseguindo concretizar propostas para além do que habitualmente fazem com os seus alunos.” (Costa, 2007, p. 15).

Nesta sociedade da informação a escola é o local privilegiado para promover a literacia informática e o combate à infoexclusão. Neste sentido, a escola assume, também neste domínio, a responsabilidade social de promover entre todos os intervenientes do processo ensino-aprendizagem as competências necessárias para lidar com as tecnologias.

2.2. A Tecnologia no ensino

2.2.1. Os computadores e a World Wide Web

Desde 1951, data em que apareceu no mercado o primeiro computador produzido comercialmente, o UNIVAC I, até aos dias de hoje, os avanços tecnológicos têm sido extraordinários. Desde os relés, as válvulas, os transistores, os circuitos integrados até aos microprocessadores, a evolução tecnológica tem sido notável e com grande impacto na sociedade. Com a rápida e revolucionária evolução do computador cresceu também e, de forma exponencial, o número de utilizadores, principalmente nos países desenvolvidos. A necessidade de partilhar informação e o aumento da velocidade de processamento são dois motores desse crescimento. Como resposta a essa necessidade surgiram, então, as primeiras redes (Figueiredo, 2004).

A principal rede, também chamada rede das redes, é uma das criações mais extraordinárias do século XX: a Internet.

A Internet foi criada nos anos 60 do século XX e tem as suas origens ligadas à criação da ARPANET (*Advanced Research Projects Agency Network*), uma rede de computadores desenvolvida pela ARPA (*Advanced Research Projects Agency*) que estava inserida no ministério de defesa dos Estados Unidos da América e que tinha a capacidade de interligar computadores em diferentes locais.

Inicialmente a ARPANET era uma rede que contava com apenas 4 nós, localizados em universidades americanas (era utilizado por projetos e laboratórios de investigação), ligados uns aos outros por linhas telefónicas. Posteriormente evoluiu agrupando outras redes de computadores. Em consequência, foi introduzido um novo conceito: a rede de redes (Castells, 2007). Para possibilitar a comunicação entre essas redes foi criado o protocolo TCP/IP (*Transmission Control Protocol /Internet Protocol*), o *standard* sobre o qual opera a Internet (Berners-Lee & Fischetti, 2000; Castells, 2007; Figueiredo, 2004).

A Internet permitiu, assim, a interligação e a comunicação de vários computadores e constitui a base tecnológica da organização da informação. Castells (2007) definiu-a do seguinte modo:

A Internet é um meio de comunicação que permite, pela primeira vez, a comunicação de muitos para muitos em tempo escolhido e a uma escala Global (p. 16).

No início da década de 90 do século XX a Internet já era a rede mais popular em todo o mundo e apresentava um número exponencial de computadores ligados. Nessa altura Tim-Berners Lee, engenheiro do CERN (*Conseil Européene pour la Recherche Nucleaire*), tirando partido desta infraestrutura, criou o sistema de informação World Wide Web, que ficou conhecido como WWW ou Web, tirando partido do HTML (*HyperText Markup Language*) para criar documentos e do protocolo HTTP (*HyperText Transfer Protocol*) (Figueiredo, 2004; Shafer, 2008) para enviar documentos.

A WWW caracteriza-se por um sistema de hipertexto, acessível através da Internet, que facilita o acesso alargado à informação (e.g., texto, imagens, sons, vídeos). A ideia de hipertexto surge, pela primeira vez, quando o matemático Vannevar Bush em 1945 anunciou o *Memex*, uma máquina que idealizava um sistema de organização da informação cujo modo de funcionamento se assemelha ao raciocínio humano. Bush imaginou um dispositivo de armazenamento de informação com a possibilidade de acesso fácil, rápido e flexível que permitia pesquisar a informação pretendida por meio de associações não lineares.

Contudo, em meados dos anos 60 do século XX, Theodore Nelson, cunha o termo hipertexto. Este caracteriza-se por uma estrutura não sequencial, “suportada por computador, sendo constituído por nós de informação, de extensão variável, com apontadores e com ligações, que facultam o acesso a outros nós ou a uma parte de um mesmo nó” (Carvalho, 2002, p. 263) e segundo Dias (2000) “foca também os processos de navegação e os percursos de descoberta da informação realizados pelo utilizador” (p. 148).

Nesse pressuposto, Theodore Nelson, desenvolveu o sistema *Xanadu* com o propósito de constituir um repositório de informação à escala global que, aproveitando a rede de computadores, permitisse a procura da informação, por associação, de modo não linear e sem a obrigatoriedade de respeitar uma hierarquia de cliques.

Portanto, a WWW é uma implementação específica de um sistema de hipertexto em rede, que banaliza a utilização de ligações (*links*) de uma forma transparente. Nielsen (2000) define-a como um sistema de navegação, onde as interações são realizadas essencialmente por ligações de hipertexto.

Assim, a criação da WWW, possibilitou um conjunto de informações não lineares disponíveis em milhares de computadores, todos ligados entre si, combinadas em diversos formatos e cujo acesso é facilitado por um navegador, ou seja, um sistema à escala global que incorpora texto e multimédia sendo a sua leitura não linear (Jonassen, 2007).

As definições de WWW encontradas na literatura não são uniformes, Friedman (2007) definiu-a como um sistema para criar, organizar e interligar documentos, permitindo que estes sejam facilmente pesquisáveis na Internet.

Portanto, a Internet e a WWW são, sem dúvida, duas das estruturas mais importantes da sociedade de informação e pode constatar-se que a utilização das TIC em contexto educativo é hoje em dia, uma realidade indissociável do crescimento exponencial da WWW nos últimos anos.

2.2.2. A integração da tecnologia no ensino

Nos últimos tempos, como resultado da evolução tecnológica, foi, e ainda é, necessário integrar um novo paradigma na educação (Hoyer, 2005; Silva, 2006) onde o professor já não é a única fonte do conhecimento. Neste sentido, devemos olhar para a tecnologia como um parceiro (Jonassen, 2007) e incentivar os alunos a participarem mais ativamente no seu processo de ensino/aprendizagem. Nos países desenvolvidos a questão não está em integrar os computadores nos sistemas de ensino, pois isso é já uma realidade, mas sim, em pensar como é que a sua utilização pode contribuir para melhorar a aprendizagem e os resultados escolares (Hoyer, 2005; Lou, 2004), ou seja, como potenciar a utilização das novas tecnologias de forma a melhorar os resultados académicos dos alunos.

Com a integração das TIC no quotidiano das escolas, vários estudos têm sido realizados (e.g., BECTA – 2008, PISA – 2009, 2012) reconhecendo a sua importância, nomeadamente, como um meio capaz de favorecer o processo ensino/aprendizagem (Smith, Rudd, & Coghlan, 2008; OECD, 2010).

As tecnologias têm sido crescentemente reconhecidas como transformadoras da escola como resultado da sua capacidade de oferecer, aos alunos, acesso a grandes e ricos repositórios de conhecimento e de os envolver profundamente na resolução de problemas (OECD, 2010, p. 121).

Desde meados do século XX até aos dias de hoje a tecnologia no ensino não é indiferente à evolução do computador. O computador, o *software* educativo e os imensos recursos disponíveis na WWW têm sido, ao longo dos tempos, incorporados no processo educativo. Com a introdução massificada das TIC na educação, os agentes educativos, nomeadamente os professores e educadores, tentam [rasgar] com o modelo tradicional para que o foco da prática pedagógica, seja centrado através de recursos educativos instrutivos que criem

e fomentem a criação de contextos de aprendizagem ricos. Estes devem promover o interesse e a participação dos alunos e tomar em consideração os conhecimentos prévios na construção de novas aprendizagens.

Este tem sido um desafio para os alunos, professores e encarregados de educação, pois com a constante revolução tecnológica surge um novo paradigma para ensinar e aprender (Silva, 2006). Ao contrário do ensino tradicional onde a informação era armazenada e transmitida numa determinada sequência; com o aparecimento dos computadores, a emergência de *software* educativo e principalmente da Internet e da WWW, o conhecimento é disseminado de forma não sequencial e novos desafios, relacionados com a apresentação e calibração da informação, surgem para todos os intervenientes do processo educativo.

A organização educativa, onde outrora protagonizavam os docentes como únicos detentores do conhecimento científico e da autoridade dentro da sala de aula, não mais se pode reclamar de ser a única instituição fornecedora de "saberes", nem estes podem continuar a ser debitados perante passivos alunos. Urge por isso a mudança de paradigma educacional para um outro que privilegie a função da docência como eminentemente facilitadora da aprendizagem centrada no aluno (Gonçalves & Silva, 2003, p. 428).

Nos últimos anos, as políticas educativas para responderem aos novos desafios incentivaram a integração das TIC no sistema educativo. O objetivo era tentar democratizar o acesso aos novos meios de interação com a informação, promover competências fundamentais para se adaptarem às constantes mudanças tecnológicas e combater a infoexclusão.

Em Portugal, a resposta aos desafios das TIC foi realizada dotando progressivamente as escolas de meios técnicos, humanos e materiais que permitissem aos alunos adquirir as competências reclamadas pela sociedade da informação. Esta democratização do acesso aos meios, permitiu a criação de equipas, planos e metodologias com o objetivo de integrar as TIC no processo ensino/aprendizagem e, como já foi dito anteriormente, combater a info-exclusão.

A introdução das TIC no sistema de ensino português, iniciou-se em 1984 com a nomeação de um grupo de trabalho que viria a produzir um documento, que ficou conhecido como Relatório Carmona. Este relatório, intitulado *Projeto para a Introdução das Novas Tecnologias no Sistema Educativo* foi apresentado em 1985 e pretendia "iniciar um processo lento mas inelutável, de proceder à alfabetização tecnológica da sociedade pela via do sistema escolar" (Carmona, 1985, p. 6-7).

É em 1985, com o projeto MINERVA (Meios Informáticos no Ensino: Racionalização, Valorização, Atualização) que oficialmente se introduz o computador nas escolas (Silva, 2001; Silva & Silva, 2002). Este projeto, financiamento pelo Ministério da Educação (ME) e apoiado, tecnicamente, pelas universidades e escolas superiores, foi formalizado pelo Despacho n.º 206/ME/85 e o seu principal objetivo era promover a introdução das tecnologias da informação no ensino não superior em Portugal (Ponte, 1994).

O projeto Minerva considerou várias vertentes de atividades, pessoas, perspetivas e recursos e envolveu muitos alunos, professores e instituições. Os seus objetivos foram: “(a) a inclusão do ensino das tecnologias de informação nos planos curriculares, (b) o uso das tecnologias de informação como meios auxiliares do ensino das outras disciplinas escolares, e (c) a formação de orientadores, formadores e professores” (Ponte, 1994, p. 6).

As escolas foram dotadas de meios informáticos, criou-se *software* educativo, e com vista à transversalidade das TIC (inclusão, no processo ensino/aprendizagem, das TIC em todas as disciplinas), foi dada formação aos professores. No período de vigência do projeto Minerva surgiram outros programas em paralelo como o IVA (Informática para a Vida Ativa) e o FORJA (Fornecimento de Equipamentos, Suportes Lógicos e Ações de Formação de Professores). O IVA era um projeto, destinado a alunos do 12.º ano de escolaridade que quisessem frequentar uma disciplina optativa de informática, e decorreu nos anos letivos de 1989/90, 1990/91 e 1991/92, cobrindo 28 escolas. Formou cerca de 300 professores que trabalharam com cerca de 6000 alunos. O conteúdo essencial desta disciplina inclui os sistemas operativos MS-DOS e UNIX, processamento de texto, edição eletrónica, folhas de cálculo, bases de dados, redes de computadores e correio eletrónico (Ponte, 1994).

O programa FORJA propôs-se:

... equipar as escolas com equipamentos homogéneos e de maior qualidade e garante uma formação de base mais completa aos professores que nele participam — privilegiando os aspetos acentuadamente técnicos (Ponte, 1994, p. 10).

Este último estava integrado no programa FOCO (Formação Contínua de Professores) que surge em 1992 para garantir a formação contínua dos professores dado que o Estatuto da Carreira Docente previa a necessidade de formação como condição essencial à progressão na carreira.

O ponto de partida para a introdução e discussão das novas tecnologias no ensino português surge, verdadeiramente, com as experiências positivas resultantes do desenvolvimento do projeto Minerva (Silva, 2001).

Por outro lado, Silva (2001) reconhece que apesar do projeto Minerva ter lançado as sementes para o desenvolvimento das novas tecnologias nas escolas, o alcance não foi o desejado, devido à “escassez dos recursos, à falta da criação de infraestruturas e de sistemas de atualização e manutenção de equipamentos, bem como à falta de uma política adequada na formação contínua de professores” (Silva, 2001, p. 128).

A escassez de recursos nas escolas, a falta de infraestruturas, entre outros problemas, não foi um entrave e não inviabilizou o desenvolvimento de projetos e de novas metodologias, mas os sucessivos cortes orçamentais ditaram o encerramento do projeto Minerva em 1994. No entanto, este processo integrador de novas tecnologias, já tinha convencido professores e alunos, ou seja, as “sementes tecnológicas” estavam lançadas e o projeto Minerva “representou fundamentalmente um arranque do processo de transformação da escola tendo em conta a nova realidade cultural que são as tecnologias de informação” (Pereira & Pereira, 2011, p. 162).

A crescente utilização das TIC em Portugal conduziu ao desenvolvimento de vários programas que tiraram partido da disseminação da tecnologia e da generalização no acesso aos meios de informação.

Assim, o ME implementou, em 1996, o Programa Nónio XXI (Programa de Tecnologias da Informação e da Comunicação da Educação). Este programa constituiu uma homenagem ao matemático, geógrafo e pedagogo Pedro Nunes (1502-1578) e foi criado ao abrigo do Despacho nº 232/ME/96, de 4 de Outubro. Os seus principais contributos foram: a) aplicação e desenvolvimento das TIC no sistema educativo; b) formação dos professores em TIC; c) criação e desenvolvimento de *software* educativo; d) difusão de informação e cooperação internacional. Nessa mesma altura foi criado o projeto Ciência Viva, ainda em vigor (Despacho 6/MCT/96, do, já extinto, Ministério de Ciência e Tecnologia) cujo objetivo era, e é, promover a cultura científica e tecnológica junto da população portuguesa. Centra a sua atenção no apoio ao ensino experimental das ciências e à promoção científica na escola (e.g., concursos, projetos e programas) e na promoção de campanhas nacionais de divulgação científica. O projeto Ciência Viva conta também com uma rede nacional de centros desenhados para divulgação científica à sociedade e já proporcionou a aquisição, por parte das escolas, de diversos equipamentos, *software* e também a criação de diversos materiais educativos.

Em paralelo com o programa Nónio XXI, surge, em 1997, o programa Internet na Escola, coordenado pelo, já extinto, Ministério da Ciência e Tecnologia. O objetivo era o de equipar todas as escolas com um computador ligado à rede, vulgo, Internet, através da Rede Ciência, Tecnologia e Sociedade (RCTS - foi a rede informática que permitiu a ligação das escolas à Internet. Esta rede foi criada com o intuito de garantir uma plataforma de comunicação e colaboração entre as comunidades académicas, de ensino, ciência, tecnologia e cultura). Nesse mesmo ano é criada a uARTE (Unidade de Apoio à Rede Telemática Educativa) no sentido de apoiar o desenvolvimento da rede comunicativa e educativa, através de atividades desenvolvidas e dos conteúdos propostos no seu sítio da internet. Numa 1ª fase assegurou a instalação de equipamentos com ligação à Internet em todas as bibliotecas escolares, e numa 2ª fase as escolas do 1.º ciclo foram também apetrechadas com o mesmo tipo de equipamento.

Por essa altura foram, também, criados os Centros de Competência cuja missão principal era apoiar as escolas e os seus projetos, bem como, em articulação com o Programa FOCO, proporcionar ações de formação contínua para os professores das escolas, numa perspetiva de integração curricular das TIC.

Denotava-se, então, uma preocupação com as infraestruturas com o objetivo de colocar Portugal na linha da frente dos países com mais e melhores infraestruturas tecnológicas nas escolas (Silva, 2011). Numa altura em que os computadores já proliferavam e a WWW estava disseminada, a escola era encarada como o local privilegiado para combater a infoexclusão, promovendo as competências essenciais para sobreviver numa sociedade cada vez mais dependente da tecnologia. Estava, portanto, organizado o terreno para a implementação de novos programas e projetos nos anos que se seguiram.

Em 2005 o programa Nónio XXI é substituído pelo EduTic (Unidade para o Desenvolvimento das TIC) na Educação. Este foi criado pelo GIASE (Gabinete de Informação e Avaliação do Sistema Educativo) e tinha como objetivo “permitir a inovação pedagógica e potenciar i) a efectiva integração das TIC no currículo, ii) a existência de serviços de apoio às escolas e aos professores que os ajudem a criar contextos de aprendizagem com as TIC, iii) a qualificação e adequação da oferta de formação inicial e contínua aos professores no que respeita às TIC, iv) e o desenvolvimento de investigação educacional e organizacional, sobre os impactes das TIC e o seu contributo para a aquisição de competências essenciais nos alunos, apela a uma diversidade de conhecimentos e saberes, designadamente nas áreas da pedagogia e didáticas específicas conjugadas com as TIC.” (in Despacho n.º 7072/2005 de 6 de Abril de

2005). No entanto, em Julho de 2005, e sem tempo para avaliar o projeto adequadamente, foram transferidas para a Equipa de Missão Computadores, Redes e Internet na Escola, mais conhecida por ECRIE (criado pelo Despacho n.º 16793/2005 (2.ª série) de 3 de Agosto de 2005), todas as competências no âmbito da EduTic.

O projeto ECRIE tinha como objetivos o desenvolvimento do currículo das TIC nos ensinos básico e secundário e respetiva formação de professores; a promoção e dinamização do uso dos computadores, de redes e da Internet nas escolas e o apetrechamento e manutenção de equipamentos de TIC nas escolas. Com o ECRIE muitas escolas equiparam-se com computadores, quadros interativos, ligações à rede mais rápidas e de melhor qualidade e foi possível melhorar as competências TIC dos professores. Em paralelo, ou em colaboração, implementaram-se outros projetos tais como: *Connnect*, projeto resultante da parceria entre a Equipa de Missão CRIE e a Universidade do Minho, que promovia atividades conjuntas para validar uma plataforma cujo objetivo era permitir a visita virtual a vários Museus de Ciência dos países participantes bem como experienciar o mundo da Física e da Química; *ENIS*, rede europeia de escolas inovadoras que surge no contexto da *European Schoolnet* com o propósito de ser uma rede de escolas onde as TIC são integradas no seu quotidiano como um conjunto de ferramentas básicas, tanto do trabalho de gestão, como do trabalho educativo; *Sacausef*, Sistema de Avaliação, Certificação e Apoio à Utilização de Software para a Educação e a Formação com objetivo de avaliar, certificar e apoiar a utilização de *software* para a educação ou a formação, no sentido de identificar características com elevado potencial pedagógico, tornando-o num instrumento de aprendizagem e de trabalho; *Segurinet*, com o objetivo de criar uma rede de nós nacionais para a sensibilização da comunidade educativa para os desafios e riscos da utilização educativa da *WWW* ou *CBTIC@EB1*, programa que deu sequência ao anterior, Programa Internet@EB1, abarcando agora atividades mais amplas e abrangentes em TIC bem como a integração das atividades nas várias áreas curriculares do 1.º ciclo.

Mais recentemente, em meados de 2007, assistiu-se à implementação do PTE (Plano Tecnológico da Educação) com o objetivo de modernizar o sistema educativo português nas seguintes áreas: tecnológico: kit tecnológico, Internet de alta velocidade, Internet nas salas de aula, cartão da escola e escola segura; conteúdos: portal da escola, escola simplex, e portal institucional do ME e formação: competências TIC, avaliação eletrónica, estágios TIC e academias TIC. O grande objetivo era colocar Portugal entre os cinco países Europeus mais avançados ao nível de modernização tecnológica do ensino.

A maior visibilidade do PTE foi dada através da implementação dos programas: “*e-escola*”, “*e-escolinha*”, “*e-professor*” e “*e-oportunidades*”. Na resolução do Conselho de Ministros n.º 137/2007 de 18 de Setembro de 2007, que aprovou o PTE, podemos ver que as intenções do XVII Governo Constitucional eram o reforço das qualificações e competências dos Portugueses, a valorização e a modernização tecnológica das escolas e o assumir que a “integração das TIC nos processos de ensino e de aprendizagem e nos sistemas de gestão da escola é condição essencial para a construção da escola do futuro e para o sucesso escolar das novas gerações de Portugueses” (In Resolução do Conselho de Ministros n.º 137/2007 de 18 de Setembro de 2007).

Entretanto, a equipa ECRIE foi extinta dando lugar através da publicação do Despacho n.º 18872/2008 de 15 de Julho de 2008, à Equipa de Recursos e Tecnologias Educativas/Plano Tecnológico da Educação (ERTE/PTE), que em 2011, pela publicação do Despacho n.º 11388/2011 de 7 de Setembro de 2011, passa a designar-se por Equipa de Recursos e Tecnologias Educativas (ERTE). Esta unidade continua a apoiar diversos projetos hoje em dia.

Ainda no âmbito do PTE, foi aprovado na Resolução do Conselho de Ministros n.º 91/2010, a agenda digital 2015 com o objetivo de criar plataformas integradas de incentivo à utilização de ferramentas TIC no processo de ensino-aprendizagem. Este projeto pressupunha também, no caso da disciplina de Matemática, a criação de “tutores digitais” com o objetivo de apoiar a aprendizagem da Matemática. Esta vontade de integrar as TIC no processo de ensino-aprendizagem tem de ser seguida e concretizada pelos agentes políticos e educacionais, contribuindo decisivamente para um currículo baseado na partilha e na construção do conhecimento.

Em suma, vários foram os programas e projetos aprovados ao longo dos últimos anos com grande ênfase na prática, mas pouco na reflexão e avaliação da sua eficácia.

...poderemos dizer que ao longo dos últimos vinte e cinco anos de trabalho de integração das tecnologias na escola no nosso país, o padrão observado se caracteriza por um forte predomínio das práticas sem qualquer reflexão teórica prévia, evidenciando-se ainda a ausência de uma reflexão sistemática sobre essas mesmas práticas que pudesse vir a sustentar e consolidar o que de mais rico e significativo ia sendo experimentado em situações reais de ensino e de aprendizagem (Costa, 2012, p. 3).

Aproveitando todas as valências que a tecnologia proporciona, as instituições, nomeadamente o Ministério da Educação e Ciência, promovem e incentivam a sua utilização, tanto por alunos como por professores e até por pais e encarregados de educação, dotando as escolas de meios técnicos, tecnológicos e humanos, fazendo sentir que a sua utilização é e será essencial para melhorar e modificar as metodologias de ensino atuais. Estas aproveitam o facto de os alunos incorporarem a utilização das novas tecnologias nas suas práticas diárias, projetando a sua utilização no seu próprio futuro (Prensky, 2006).

Nos últimos, temos assistido a um conjunto alargado de iniciativas que incorporam, incentivam e promovem a utilização das tecnologias no ensino. Os centros de formação de professores promovem iniciativas no sentido de apoiar os professores na sua utilização, as escolas incorporam essas novas tecnologias nas diversas áreas do conhecimento e, em particular, na Matemática.

2.2.3. A tecnologia no ensino da Matemática

A Matemática, como disciplina obrigatória em todos os anos de escolaridade do ensino básico, tem um papel preponderante no desenvolvimento do raciocínio matemático dos alunos, nomeadamente, no que diz respeito à lógica, à abstração, ao cálculo e ao espírito crítico e reflexivo. É uma disciplina essencial em qualquer currículo e, quando combinada com outras áreas dos saberes, proporciona aos alunos uma flexibilidade para se adaptarem aos desafios de uma sociedade cada vez mais competitiva e em constante transformação.

A escola como local privilegiado para a aquisição de conhecimentos em conjunto com as experiências do dia-a-dia, desempenha um papel muito importante na aprendizagem da Matemática e não pode, nos dias de hoje, ignorar as potencialidades proporcionadas pelas novas tecnologias. No entanto, o insucesso académico, nomeadamente a Matemática, é um dos fenómenos educativos que mais tem preocupado quer a investigação quer a intervenção no contexto escolar (Levin, 2006; Preckel, Holling, & Vock, 2006). Tradicionalmente a Matemática surge, muitas vezes, associada ao insucesso e, por isso, é importante compreender as razões subjacentes a esse insucesso, bem como, procurar novas metodologias e novos recursos que permitam contribuir para a promoção do sucesso académico dos alunos nesta disciplina.

De facto, no currículo português, a Matemática é uma das disciplinas com maior índice de insucesso e, este panorama negativo tem envolvido toda a comunidade educativa (alunos,

pais, encarregados de educação e professores) em debates que tentam justificar os resultados académicos obtidos. Estes debates têm sido potenciados com a divulgação dos resultados obtidos pelos alunos nos exames e provas nacionais. No caso particular da Matemática, estes exames no ensino básico ocorrem desde o ano letivo 2004/2005 para os alunos que estão no 9.º ano de escolaridade e os resultados obtidos têm revelado valores baixos que justificam reflexões, discussões e ações.

Analisando esses resultados (ver tabela 1) constata-se que os níveis 1 e 2 têm percentagens elevadas, superiores a 50%, e os níveis 5 são residuais em muitos anos letivos. Verifica-se, também, uma pequena oscilação dos resultados ao longo dos anos letivos. Esta flutuação, que ora sobe ora desce, não permite concluir sobre uma melhoria sustentada dos resultados académicos na disciplina de Matemática. No entanto, mesmo considerando estas flutuações, os resultados obtidos nos exames do 9.º ano na disciplina de Matemática ao longo destes anos letivos são pouco satisfatórios.

Tabela 1. Resultados dos Exames Nacionais de Matemática do 9.º ano por níveis de classificação (em percentagem)

Níveis	Ano letivo								
	04/05	05/06	06/07	07/08	08/09	09/10	10/11	11/12	12/13
1	22,0	13,0	25,6	3,3	4,0	9,5	18,1	7,3	18,2
2	49,0	50,8	47,2	41,6	32,2	39,2	40,2	38,0	42,1
3	20,0	23,0	17,8	25,5	31,6	26,9	23,4	25,0	22,6
4	8,0	11,2	8,0	21,4	25,0	19,0	15,1	20,3	12,9
5	1,0	2,1	1,4	8,3	7,2	5,4	3,2	9,4	4,2

Fonte: GAVE (www.gave.min-edu.pt)

Observando a tabela 2, verificamos que os resultados melhoram em alguns períodos e regridem noutros. No entanto, os resultados dos últimos anos, com exceção dos anos letivos de 2010/2011 e 2012/2013, são ligeiramente superiores quando comparados com os anos letivos 2004/05 e 2005/06 (os 2 primeiros anos em que se realizaram exames no 9.º ano).

Tabela 2. Resultados positivos (níveis 3, 4 e 5) dos Exames Nacionais de Matemática do 9.º ano (em percentagem)

Ano letivo	04/05	05/06	06/07	07/08	08/09	09/10	10/11	11/12	12/13
%	29,0	36,3	27,2	55,2	63,8	51,3	41,7	54,7	39,7

Tanto a nível nacional como a nível internacional, vários foram os estudos conduzidos ao longo dos anos para avaliar a literacia Matemática dos alunos. O PISA (*Programme of International Student Assessment*) é o mais conhecido e define literacia Matemática como “a capacidade de um indivíduo identificar e compreender o papel que a matemática desempenha no mundo real, de fazer julgamentos bem fundamentados e de usar e se envolver na resolução matemática de problemas da sua vida, enquanto cidadão construtivo, preocupado e reflexivo” (GAVE, 2010, p. 6).

Os alunos portugueses, refletindo as dificuldades globais na disciplina de Matemática, têm estado, nos últimos relatórios internacionais, abaixo da média dos países da OCDE. Os últimos relatórios PISA de 2009 e de 2012, apesar de registarem algumas melhorias – os resultados dos alunos portugueses estão mais próximos do perfil médio da OECD –, situam-se ainda abaixo da média da OECD (ver tabela 3). Esta diferença revelou-se estatisticamente significativa no relatório de 2009 (OECD, 2010), mas não é estatisticamente significativa no relatório de 2012 (OECD, 2012). Portanto, quer a nível interno quer a nível externo, os relatórios refletem as dificuldades dos alunos portugueses relativamente à Matemática, embora registem também ligeiras e oscilantes melhorias.

Tabela 3. Posição de alguns países relativamente ao desempenho em Matemática

Score médio superior à média da OECD
 Score médio aproximadamente igual à média da OECD
 Score médio inferior à média da OECD

PISA 2009 (média OCDE = 496)			PISA 2012 (média OCDE = 494)		
País	Média	Desvio padrão	País	Média	Desvio padrão
Shanghai-China	600	(2.8)	Shanghai-China	613	(2.8)
Singapore	562	(1.4)	Singapore	573	(1.4)
Hong Kong-China	555	(2.7)	Hong Kong-China	561	(2.7)
Korea	546	(4.0)	Chinese Taipei	560	(4.0)
Chinese Taipei	543	(3.4)	Korea	554	(3.4)
Finland	541	(2.2)	Macau- China	538	(2.2)
...
Slovenia	501	(1.2)	New Zealand	500	(1.2)
Norway	498	(2.4)	Czech Republic	499	(2.4)
France	497	(3.1)	France	495	(3.1)
Slovak Republic	497	(3.1)	United Kingdom	494	(3.1)
Austria	496	(2.7)	Iceland	493	(2.7)
Poland	495	(2.8)	Latvia	491	(2.8)
Sweden	494	(2.9)	Luxembourg	490	(2.9)
Czech Republic	493	(2.8)	Norway	489	(2.8)
United Kingdom	492	(2.4)	Portugal	487	(2.4)
Hungary	490	(3.5)	Italy	485	(3.5)
Luxembourg	489	(1.2)	Spain	484	(1.2)
United States	487	(3.6)	Russian Federation	482	(3.6)
Ireland	487	(2.5)	Slovak Republic	482	(2.5)
Portugal	487	(2.9)	United States	481	(2.9)
...

Fonte: OECD (2010, 2012)

A distribuição dos alunos pelos níveis de proficiência em Matemática está mais concentrada nos extremos – de *Top* e *Low performers* - quando comparada com a leitura, no entanto, verificou-se uma maior concentração nos níveis 3, 4 e 5 de cerca de 67% dos alunos (Figura 1).

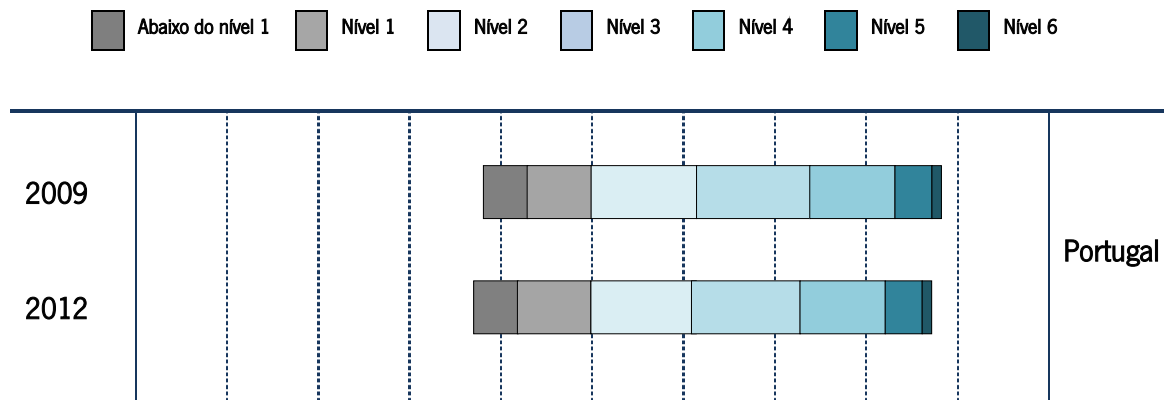


Figura 1. Níveis de proficiência dos alunos portugueses no PISA 2009 e 2012

Verifica-se, com base nos relatórios PISA de 2003, 2006, 2009 e 2012, que o desempenho dos alunos portugueses melhorou. Entre 2003 e 2012 Portugal aumentou a percentagem de *top performers*, e simultaneamente diminuiu a percentagem de *low performers* em Matemática (OECD, 2012). Destaca-se, no relatório PISA 2009, a descida percentual de alunos com níveis abaixo do básico (cerca de 6% a menos) e a subida percentual (cerca de 5% a mais) nos alunos com melhor performance (Carvalho, Ávila, Nico, & Pacheco, 2011) e em 2012 os níveis de proficiência são muito semelhantes aos obtidos em 2009.

As dificuldades encontradas pelos alunos na disciplina de Matemática, quando comparadas com outras disciplinas, resultam também, da falta de métodos e hábitos de trabalho sólidos, que deveriam ser iniciados desde cedo. Os resultados não satisfatórios na disciplina de Matemática devem-se, também, à especificidade da própria disciplina que requer conhecimentos prévios (porque na Matemática os conhecimentos estão interligados em espiral e andaimados nos conhecimentos prévios) e o entendimento de conceitos considerados chave (Hudson, Kadan, Lavin, & Vasquez, 2010).

Assim, os educadores, professores, pais e encarregados de educação são atores imprescindíveis para estimular e incentivar os alunos a aprender. A inclusão de metodologias eficazes que tenham em atenção a não linearidade dos recursos, bem como, os próprios recursos (e.g., documentos hipermédia) contribuem para proporcionar experiências de aprendizagem ricas e diversificadas. Em 2007, a NCTM (2007) referia a necessidade de desenvolver metodologias eficazes e disponibilizar os recursos necessários a todos os alunos e professores para apoiar a aprendizagem da Matemática.

Novas metodologias, mais centradas no aluno, têm sido desenvolvidas e implementadas no processo de ensino-aprendizagem, nomeadamente aquelas que consideram a tecnologia

como um parceiro (Jonassen, 2007) para combater o insucesso escolar na disciplina de Matemática.

A literatura educacional aponta a promoção do sucesso na Matemática e a utilização corrente das TIC na sala de aula como dois grandes desafios que a educação enfrenta. Aliás, Ponte (2003) refere que prescindir, nos dias de hoje, da utilização das novas tecnologias nas aulas de Matemática é retroceder muitos anos no seu ensino. Aliás, a discussão em torno da utilização das novas tecnologias no ensino da Matemática remonta aos finais dos anos 80 do século XX. Nessa altura esgrimiam-se argumentos pró e contra a sua utilização no ensino e na aprendizagem da Matemática. No entanto, passada essa controvérsia, a tecnologia começou a ser encarada como um parceiro com enormes potencialidades no ensino e na aprendizagem da Matemática.

A mudança verificada, desde os anos 90 do século XX, tanto na evolução e desenvolvimento da tecnologia, como na sua utilização no ensino da Matemática (Lou, Abrami, & d'Apollonia, 2001) proporcionou o desenvolvimento de inúmeros relatórios que referem a necessidade de integração da tecnologia no ensino/aprendizagem da Matemática (NCTM, 2012). Esta integração não é indiferente ao insucesso que a Matemática apresenta em Portugal nem à (r)evolução das tecnologias, nomeadamente, através do apetrechamento das escolas portuguesas com computadores, quadros interativos e de um acesso generalizado à Internet.

Neste sentido, é natural que a tecnologia se constitua como um parceiro (Jonassen, 2007) disponibilizando ferramentas que podem apoiar a aprendizagem na Matemática. A NCTM, reconhece a importância do uso da tecnologia na Matemática sugerindo que:

A tecnologia é essencial no ensino e na aprendizagem da Matemática; influencia a Matemática que é ensinada e melhora a aprendizagem dos alunos (NCTM, 2007, p. 26).

O NCTM enfatiza a importância da utilização da tecnologia na educação Matemática referindo que a “tecnologia é essencial para ensinar e aprender Matemática; influencia a Matemática que é ensinada e melhora-a nos alunos” (NCTM, 2000, p. 11).

De facto, a tecnologia pode ajudar a criar oportunidade de aprendizagens propícias ao envolvimento dos alunos e à melhoria da literacia Matemática. Assumir a tecnologia como uma estratégia e um parceiro na aprendizagem exige a mudança de paradigma centrada no ensinar para uma metodologia centrada no aprender (Silva, 2006). Têm-se assistido, nos últimos anos, à proliferação massiva das tecnologias pelas escolas básicas e secundárias, e não há dúvidas que

esta se tornou fundamental para quem quer ensinar e para quem quer aprender (Li & Ma, 2010).

O investimento governamental em TIC (e.g., computadores e quadros interativos), sugere a necessidade de construir e avaliar a eficácia de ferramentas interativas na promoção do sucesso. A utilização efetiva e com sucesso da tecnologia para ensinar e aprender Matemática dependem das estratégias de ensinar e aprender que resultam de um verdadeiro entendimento dos efeitos da tecnologia na educação Matemática (Albright & Graf, 1992; Coley et al., 2000). A meta-análise realizada por Li e Ma (2010) envolvendo 46 estudos, concluiu que a utilização da tecnologia, entendida essencialmente como utilização de *software*, apresenta efeitos estatisticamente significativos e positivos na educação Matemática.

As novas tecnologias, nomeadamente o computador, revelam potencialidades em diversos campos da Matemática, tais como no cálculo, na modelação, na visualização e na resolução de problemas. Surgem novas ferramentas, nomeadamente as aplicações ou documentos hipermédia, e novas formas de ensinar onde o aluno é convocado para desempenhar um papel mais ativo na construção do conhecimento (Jonassen, 2007; Silva, 2003).

2.3. Computer-Based Learning Environments

2.3.1. Conceito de hipermédia

Computer-Based Learning Environments (CBLEs) é entendida neste trabalho como Ambientes de Aprendizagem baseados no Computador e utilizam frequentemente aplicações hipermédia. O termo hipermédia resulta do “casamento do multimédia com o hipertexto” (Jonassen, 2007, p. 231). Para Carvalho (2002), “o termo hipermédia mais não é do que uma extensão do hipertexto” (p. 263). Nestes, destaca-se a presença de uma estrutura hipertextual que permite a mobilidade do utilizador, dando-lhe a autonomia necessária para criar, combinar e alterar dados, seguindo o seu percurso de navegação de acordo com os seus objetivos (Jonassen, 2007; Moos & Azevedo 2006; Silva 2006). Assim, o hipermédia integra uma pluralidade de meios, tais como vídeos, animações, base de dados, páginas de texto, imagem e voz (Carvalho 1999, 2002; Moos & Azevedo, 2008; Silva, 2006) e é interativa, destacando-se a presença de uma estrutura hipertextual que permite a mobilidade do utilizador, e a tomada de decisão em função dos seus objetivos (Figueiredo, 2004; Jonassen, 2007; Moos & Azevedo, 2006; Silva, 2006).

Na sua maioria, as aplicações hipermédia proporcionam aos alunos uma aprendizagem não linear e com múltiplas representações. O facto de a informação apresentada estar organizada de forma não linear, ou não sequencial, faz com que o aluno tenha um papel mais ativo, dinâmico e interativo na aprendizagem, pois necessita avaliar as diferentes opções em presença e optar. Levy (1994) refere que a organização da informação de forma não linear “favorece uma atitude exploratória ou mesmo lúdica face ao material a assimilar. É portanto um instrumento bem adaptado a uma pedagogia ativa” (p. 51), que promove os processos de construção ativa do conhecimento.

De facto, os sistemas hipermédia permitem que o utilizador percorra de forma livre e não sequencial os diferentes nós de informação, garantindo, desse modo, a construção do conhecimento. O acesso aos nós é feito através de ligações que os interligam, dando acesso a um conjunto de informações que formam a base do conhecimento (Jonassen 2007; Jonassen, Carr, & Yueh, 1998). Como já referimos, estes nós de informação podem compreender diferentes blocos de informação textual ou gráfica, apresentados em diferentes formatos multimédia (e.g., vídeo, animações, gráficos), e uma estrutura que os liga (Dias, 2000).

Portanto, o hipermédia é composto por nós de informação que podem ser apresentados no formato de página de texto, gráfico, de videoclipe, e o seu acesso pode ser realizado de forma não sequencial. Assim, uma das suas principais características é o foco na aprendizagem, no aluno e na promoção da sua autonomia e autorregulação.

2.3.2. Hipermédia enquanto ferramenta metacognitiva

Os documentos hipermédia ampliam a construção do conhecimento na medida em que ativam a atividade cognitiva (Dias, 1996). Geram uma dinâmica não sequencial que se coaduna com uma aprendizagem pela descoberta e controlada pelo aluno. Quando trabalham com documentos hipermédia, os alunos participam ativamente na construção do seu próprio conhecimento e, através da liberdade concedida por estes sistemas, controlam uma parte importante do seu processo de aprendizagem.

Os hipermédia, enquanto ferramentas cognitivas, envolvem o aluno na construção do conhecimento e apelam à utilização do seu intelecto na resolução dos desafios propostos. Jonassen (2007) refere que a utilização das novas tecnologias na sala de aula deve proporcionar uma aprendizagem significativa e, neste sentido, refere as ferramentas cognitivas como parceiras fundamentais para colocar o aluno a pensar. Ou seja, considera que a aprendizagem é significativa quando os alunos: interagem com objetos, observam os efeitos das suas intervenções e constroem as suas próprias interpretações (aprendizagem ativa); integram novas experiências e novas interpretações no seu conhecimento prévio sobre a realidade (aprendizagem construtiva); articulam os seus objetivos de aprendizagem, o que fazem, as decisões que tomam, as estratégias que utilizam e as respostas que descobrem (aprendizagem intencional); realizam tarefas de aprendizagem baseadas em casos ou problemas da vida real (aprendizagem autêntica) e trabalham em grupos, negociando socialmente as expectativas, tarefas e métodos para alcançar os seus objetivos (aprendizagem cooperativa).

No entanto, com o acesso e a disseminação da informação, muitos hipermédia focam-se demasiado na tecnologia e menos nos problemas cognitivos e de aprendizagem (Jacobson & Azevedo, 2008). Por isso, as ferramentas cognitivas, quando bem construídas, são essenciais para envolver o aluno, proporcionando novas e diferentes situações de aprendizagem.

Jonassen (2007) refere algumas situações de aprendizagem capazes de combinar a tecnologia e de proporcionar verdadeiras situações de aprendizagem (deseja-se, tanto quanto

possível, que a aprendizagem seja significativa e duradoura) quando os “computadores”: (1) apoiam a construção do conhecimento (representam a ideia conceptual dos alunos e permitem construir as suas bases de conhecimento), (2) apoiam a exploração (dão acesso à informação necessário, possibilitando a comparação e representação de diferentes pontos de vista), (3) apoiam a aprendizagem pela prática (envolvem a simulação de problemas contextualizados com a realidade), (4) apoiam a aprendizagem pela conversação (desenvolvem a colaboração e a discussão de ideias), (5) e são parceiros intelectuais que apoiam aprendizagem pela reflexão.

Em resumo, Jonassen (2007) defende que a tecnologia deve entrar nas escolas como parceira do processo educativo. Neste sentido, as ferramentas tecnológicas devem permitir apoiar:

- a construção do conhecimento;
- a exploração dos diferentes elementos;
- o diálogo e a expressão de ideias;
- a aprendizagem e a aprendizagem por reflexão.

As aplicações hipermédia, vistas como ferramentas cognitivas que permitam apoiar a aprendizagem nos diferentes itens referidos em cima, por si só, não geram conhecimento. A sua construção tem de assentar em pressupostos que permitam que o aluno interaja com as aplicações de uma forma dinâmica, participada e reflexiva, com o objetivo de potenciar as estratégias cognitivas de cada aluno. Devem ser ferramentas de suporte à aprendizagem que envolvam os alunos e os levem a pensar, contribuindo para uma aprendizagem significativa.

Para promover essa aprendizagem, Azevedo et al. (2006) consideram necessário a inclusão de apoios (aprendizagem andaimada – *scaffolding*), que podem ser fornecidos através de um tutor que permita a resolução dos desafios promovendo, tanto quanto possível, a autorregulação da aprendizagem dos alunos. Esses andaimes podem ser potenciados em dois contextos diferentes: o primeiro acontece em contexto de sala de aula, dinamizada, nomeadamente, através da utilização do quadro interativo, onde o papel do tutor – humano – é o de orientar e auxiliar os alunos na compreensão do tema e na atribuição de processos que lhes facilitem a autorregulação da aprendizagem (e.g., ativação do conhecimento prévio) ou a execução (e.g., monitorização dos diferentes passos para a obtenção de um resultado). O segundo acontece quando o aluno está a aprender, por exemplo em casa, com recurso à aplicação hipermédia, onde o tutor – digital – proporciona ao aluno *feedback* que ativa a sua cognição e a metacognição fornecendo-lhe pistas (andaimes) que o conduzem na resolução dos

desafios propostos, contribuindo para uma aprendizagem significativa e, em consequência, para o sucesso escolar.

Em síntese, a utilização de aplicações hipermédia proporciona uma aprendizagem diversificada, sólida, interativa e dinâmica, que ativa e potencia a cognição e a metacognição nos alunos proporcionando, também, o desenvolvimento de processos autorregulatórios (Moos & Azevedo, 2008). Estes hipermédia proporcionam um ambiente de aprendizagem propício à utilização de complexos processos cognitivos que têm reflexo, especialmente, nos processos de autorregulação da aprendizagem de tal forma que “se os alunos não regularem a sua aprendizagem, os ambientes hipermédia podem tornar-se ineficazes” (Azevedo et al., 2006, p. 100).

2.4. Autorregulação da aprendizagem no hipermédia

2.4.1. Autorregulação da aprendizagem

A implementação de estratégias metacognitivas, motivacionais e comportamentais através das quais os alunos aumentam a sua implicação na aprendizagem são algumas soluções apontadas para combater o insucesso escolar (Cerezo et al., 2010; Rosário et al., 2006; Rosário, et al., 2010; Rosário et al., 2013). Para enfrentar os desafios da sociedade complexa e em mudança, é necessário que os alunos sejam capazes de controlar a sua aprendizagem desenvolvendo competências, saberes e atitudes transferíveis entre diferentes contextos e, desta forma, autorregular a aprendizagem.

O termo autorregulação pode ser utilizado para descrever a aprendizagem que é orientada pela metacognição, por uma estratégia de ação (planificando, monitorizando e avaliando) e pela motivação para aprender (Pintrich, 2000). No processo educativo, as estratégias de autorregulação da aprendizagem constituem uma das várias estratégias a que os alunos podem recorrer no seu processo de aprendizagem, ou seja, são estratégias utilizadas por alunos que conseguem encarar as tarefas com confiança, diligência e com os recursos e requisitos necessários. Neste sentido, os alunos podem ser descritos como autorreguladores da sua aprendizagem na medida que sejam metacognitivamente, motivacionalmente e comportamentalmente ativos no seu processo de aprendizagem (Zimmerman, 2001). Em sentido amplo, a aprendizagem pode ser considerada autorregulada quando o aluno é livre para decidir o quê, quando, onde e como aprender (Weinert, 1982). Assim, importa compreender e aprofundar as características de um aluno autorregulador da sua aprendizagem.

Alunos autorreguladores da sua aprendizagem desenvolvem a consciência do que podem e não podem realizar, do que conhecem e do que não conhecem de modo a encontrar recursos para alcançar os seus objetivos (Rosário et al., 2010). No sentido de realizar uma tarefa com sucesso, procuram a informação que necessitam, percorrendo os passos necessários para a completar, mesmo quando encontram obstáculos (Zimmerman, 1990; 2008). Os alunos autorreguladores da sua aprendizagem procuram desafios e superam obstáculos umas vezes com persistência outras vezes com resoluções inovadoras dos problemas. Na sua aprendizagem estabelecem objetivos realistas, e recorrem a uma bateria de recursos, abordando as tarefas académicas com confiança (Zimmerman, 1990). A combinação de expectativas positivas,

motivação e a utilização de diferentes estratégias na resolução de problemas são as *virtudes* de alunos autorreguladores da sua aprendizagem (Paris & Byrnes, 1989).

Assim, a autorregulação da aprendizagem (ARA) pode ser definida como a aprendizagem que envolve a construção ativa do conhecimento de um conteúdo/tópico utilizando estratégias e estabelecendo objetivos, regulando e monitorizando certos aspetos cognitivos, comportamentais, motivacionais, para alcançar o desejado objectivo (Pintrich, 2000; Zimmerman, 1998a). Portanto, a autorregulação envolve componentes cognitivas, afetivas, motivacionais e comportamentais que, devem ser ajustados pelos alunos às exigências das tarefas e dos contextos de modo a alcançar os resultados desejados (Zeidner, Boekaerts, & Pintrich, 2000).

... a autorregulação da aprendizagem é um processo ativo no qual os sujeitos estabelecem os objetivos que norteiam a sua aprendizagem tentando monitorizar, regular e controlar as suas cognições, motivação e comportamentos com o intuito de os alcançar (Rosário, 2004, p. 37).

Podemos, então, considerar que a aprendizagem autorregulada pressupõe um modelo construtivista da aprendizagem, podendo, assim, ser descrita como um processo ativo, construtivo e orientado para objetivos sob a tutela da interação dos recursos cognitivos, motivacionais e emocionais do aluno (Rosário & Polydoro, 2012) e é visto como um processo proactivo utilizado pelos alunos para obterem um bom desempenho académico (Zimmerman, 2008). Encontramos na literatura diferentes modelos de ARA (e.g., Pintrich, 2000; Rosário, 2004; Zimmerman, 2001), mas todos eles partilham 4 pressupostos que sustentam a definição de ARA referida anteriormente:

- Os alunos são proativos no processo construtivo da aprendizagem, ou seja, assumem o papel de estabelecer estratégias, definir objetivos e de efetuar juízos sobre a informação interna e externa. Todos os modelos pressupõem que os alunos são participantes ativos na construção do conhecimento e no desenvolvimento da aprendizagem, ou seja, os alunos assumem a construção do conhecimento estabelecendo objetivos pessoais e aplicando estratégias através da informação disponível (interna e/ou externa). Portanto, pressupõem que os alunos não são meros recipientes que absorvem a informação debitada pelos seus professores ou educadores, mas sim cidadãos ativos na construção do conhecimento.

- Consideram que os alunos podem regular e monitorizar aspetos cognitivos, comportamentais e motivacionais, ou seja, os alunos podem monitorizar, controlar e regular certos aspetos da sua própria cognição, motivação e comportamento bem como algumas características dos ambientes que os envolvem. Salienta-se que os alunos não o conseguem fazer em todos os momentos, mas é possível que o consigam fazer algumas vezes e em alguns contextos. Todos os modelos reconhecem, também, que há aspetos biológicos, de desenvolvimento, de contexto, e constrangimentos individuais que podem impedir e interferir com os esforços efetuados na regulação.
- Consideram que todo o comportamento cognitivo é direcionado para os objetivos a atingir e que alunos autorreguladores modificam o seu comportamento para alcançar determinado objetivo. Todos os modelos pressupõem, também, a existência de algum tipo de critério ou *standard* que permite avaliar, por comparação, se determinado processo deve continuar ou ser reajustado; ou seja, os alunos podem estabelecer os objetivos, monitorizar o progresso e, se necessário, adaptar e regular os aspetos cognitivos, motivacionais e comportamentais no sentido de atingir o objetivo estabelecido.
- O comportamento autorregulatório envolve a performance individual, fatores do contexto e características pessoais. O último pressuposto assumido pela maioria dos modelos é a assunção de que as atividades autorregulatórias são mediadas entre características pessoais e contextuais e os resultados e desempenhos do aluno. Ou seja, para além de outras características, tais como, pessoais, culturais ou demográficas a influência nos resultados, desempenho e na aprendizagem é influenciada pela autorregulação individual de aspetos cognitivos, motivacionais e comportamentais. Assim, muitos modelos assumem que a ARA está diretamente ligada aos resultados do aluno e do seu desempenho (Rosário et al., 2012, 2013).

Apesar de a maioria dos modelos de ARA comungarem das assunções descritas anteriormente, podem admitir diferentes fases e áreas da regulação. Por exemplo, Pintrich (2000, 2004) propôs um modelo (ver Tabela 4) baseado numa perspetiva sociocognitiva com o objetivo de classificar e analisar os diferentes processos que ocorrem numa aprendizagem

autorregulada. No modelo proposto considerou 4 fases: (i) planificação; (II) auto monitorização; (III) controlo; e (IV) avaliação. Em cada uma destas fases as atividades autorregulatórias estão organizadas em 4 áreas: cognitiva, motivacional/afetiva, comportamental e de contexto.

Tabela 4. Fases e áreas para a aprendizagem autorregulada (Pintrich, 2000)

		Áreas da regulação			
		Cognição	Motivação/Afeto	Comportamento	Contexto
Fases	1. Prévia, planeamento e ativação	- Estabelecimento de objetivos - Conhecimento prévio Ativação do conhecimento - Metacognição Ativação do conhecimento	- Adoção de uma orientação para objetivos - Julgamentos de eficácia - Facilidade nos julgamentos sobre a aprendizagem (EOLs); percepções da dificuldade da tarefa - Ativação do valor da tarefa - Ativação do interesse	- [Planeamento do tempo e do esforço] - [Planeamento das auto-observações do comportamento]	- [Percepções da tarefa] - [Percepções do contexto]
	2. Monitorização	- Metacognição Consciência e monitorização da cognição (<i>judgment of learning</i> – JOLs ; <i>feeling of knowing</i> - FOKs)	- Conhecimento e monitorização da motivação e do afeto - Seleção e adaptação de estratégias para manusear a motivação e o afeto	- Conhecimento e monitorização do esforço, do tempo, da ajuda - Auto-observação do comportamento	- Monitorização da mudança de condições na tarefa ou no contexto
	3. Contexto	- Seleção e adaptação de estratégias cognitivas para aprender, para pensar		- Incremento/redução do esforço	- Mudança ou renegociação da tarefa
	4. Reação e reflexão	- Julgamentos cognitivos - Atribuições	- Reações afetivas - Atribuições	- Persistência, desistência - Comportamento de procura de ajuda - Comportamento de escolha	- Mudança ou saída do contexto - Avaliação da tarefa - Avaliação do contexto

As fases propostas por Pintrich (2000) têm em comum muitas das assunções presentes noutros modelos ARA (Zimmerman, 2001). O aluno começa por planificar, por estabelecer objetivos e ativar os conhecimentos prévios da tarefa; seguem-se a manifestação de consciência metacognitiva que expressa o conhecimento, a percepção dos alunos sobre esse conhecimento e a monitorização cognitiva; na fase três, o aluno ativa e seleciona estratégias cognitivas regulando diferentes aspetos do eu (*self*), do contexto ou da tarefa; Finalmente, na quarta fase, o aluno realiza julgamentos e reflexões sobre o *self*, a tarefa e/ou contexto. Estudos realizados têm

demonstrado que os alunos autorreguladores da sua aprendizagem são diferenciados, nesta fase e na área cognitiva, porque tendem a avaliar o seu desempenho (Zimmerman, 2001).

Esta sequência (Prévia, planeamento e ativação; Monitorização; Contexto e Reação e reflexão) levada a cabo quando o aluno executa uma tarefa, pode não ser linear ou hierárquica, ou seja, as fases podem ocorrer ao mesmo tempo com múltiplas interações entre os diversos processos e até entre eles. Segundo Pintrich, Wolters e Baxter (2000), nem todas as tarefas académicas envolvem a consciência autorregulatória, podendo, nalguns casos, serem executadas de uma forma quase automática dependendo das experiências do aluno e da sua proficiência na realização da tarefa.

Num outro modelo, proposto por Rosário (2004) e Rosário et al. (2007), o autor refere que a autorregulação se centra numa aprendizagem onde se realça o grau no qual os alunos estão metacognitiva, comportamental e motivacionalmente comprometidos e empenhados com as tarefas de aprendizagem propostas. Nesse modelo, designado por PLEA (Planificação, Execução e Avaliação de tarefas) (cf. Figura 2) e baseado no modelo ARA de Zimmerman (1998b, 2000) cada fase contém o mesmo ciclo autorregulatório – Planificação, Execução e Avaliação – e este atualiza-se em cada fase do processo.

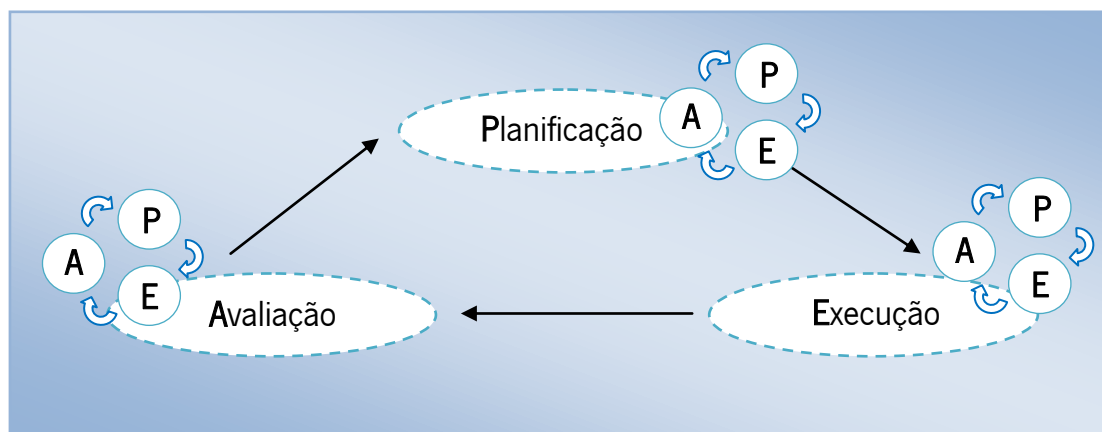


Figura 2. Modelo PLEA da aprendizagem autorregulada (Rosário, 2004)

Verifica-se que o modelo proposto por Rosário (2004) apresenta três fases: a Planificação, a Execução e a Avaliação que se relacionam entre elas, formando um ciclo. Em cada uma das fases o processo autorregulatório é intensificado por um novo ciclo que possibilita que cada uma das fases do processo e correspondentes tarefas seja analisada em conformidade com a sua qualidade processual e interativa.

O aluno inicia a fase da planificação através da observação da tarefa de aprendizagem com a qual se vê confrontado, analisando os seus conhecimentos prévios sobre a tarefa e os recursos ambientais que a rodeiam, de modo a estabelecer um plano que o aproxime da realização da tarefa com sucesso. De seguida, na segunda fase, os alunos implementam as estratégias delineadas e monitorizam os resultados, verificando se estes estão em conformidade com os objetivos delineados. Na última fase, avaliação, o aluno verifica se os resultados alcançados são condicentes com os objetivos traçados e redesenha as estratégias ou tenta encontrar novas estratégias que permitam diminuir a distância entre os objetivos traçados e os resultados alcançados (Rosário & Polydoro, 2012).

Neste modelo salienta-se, também, o papel importante e preponderante do professor que deverá supervisionar uma sequência de passos (e.g., modelação, prática guiada, interiorização e a prática autónoma) que potenciem o trabalho eficaz nas estratégias de autorregulação com os alunos (Rosário, Núñez, & González-Pienda, 2006, 2007).

Outros autores propõem modelos semelhantes aos apresentados. Por exemplo, Winne e Hadwin (1998) propõem um modelo com 4 fases: (1) definir a tarefa (2) estabelecer objetivos e planificar (3) promulgação de táticas e estratégias de estudo e (4) metacognitivamente adaptar o estudo para o futuro e Zimmerman (1998a, 2000) propõe um modelo com 3 fases: (1) planificação (2) performance ou controlo da volição e (3) autoavaliação.

No entanto, a investigação tem indicado que a autorregulação da aprendizagem, apesar de ser um processo complexo (Boekaerts, Pintrich, & Zeidner, 2000), pode ser ensinado e tem influência positiva no sucesso académico (Boekaerts et al., 2000; Rosário et al., 2012; Schunk, 1991; Zimmerman, 1990).

Muitos dos modelos de ARA têm sido alvo de atenção na investigação de CBLEs porque os alunos autorreguladores da sua aprendizagem estão em melhores condições de tirar vantagem desses ambientes hipermédia (Winters, Greene, & Costich, 2008) e aprender mais eficazmente. Estes ambientes permitem múltiplas representações da informação e permitem que o aluno tenha um papel ativo na sua aprendizagem.

2.4.2. CBLEs e ARA

Como referido anteriormente, distintos modelos de autorregulação têm sido objeto de atenção na investigação de CBLEs porque “os alunos que conseguem efetivamente planejar, monitorizar e controlar a sua aprendizagem estão mais bem posicionados para tirar partido das múltiplas representações e do controlo proporcionada nestes ambientes” (Winters, Greene, & Costich, 2008, p. 431), ou seja, alunos autorreguladores da sua aprendizagem são os que mais partido podem tirar do potencial de um CBLE (Azevedo, 2005, Winters, Greene, & Costich, 2008). Nestes ambientes hipermédia (CBLEs) a aprendizagem envolve processos cognitivos, metacognitivos, motivacionais e afetivos (Azevedo, 2005, 2007; Azevedo & Jacobson, 2008; Zimmerman, 2008) e a relação entre os processos de autorregulação e a aprendizagem é particularmente forte (Azevedo et al., 2005).

De facto, investigações realizadas por Azevedo (2005) mostraram que a utilização frequente de alguns processos de ARA parecem consistentes com a melhoria da aprendizagem e, por conseguinte, são consideradas estratégias efetivas para aprender em ambientes hipermédia. Na mesma linha de pensamento, Greene et al. (2008) referem que alunos do *middle school*, correspondente ao nosso 3.º ciclo do ensino básico, com bons resultados académicos aprendem mais, em média, do pré-teste para o pós-teste em comparação com alunos com baixos resultados académicos. Apesar de não diferirem muito nos comportamentos relativos à planificação, monitorização e interesse, os alunos com melhores resultados académicos utilizaram estratégias de aprendizagem mais eficazes e com mais frequência, tais como sumários e resumos, quando comparados com alunos com resultados escolares mais baixos.

No entanto, os alunos quando aprendem em ambientes com múltiplas representações não lineares da informação, vulgo hipermédia ou CBLEs, necessitam de autorregular determinados aspetos da sua aprendizagem. Podemos verificar que nem todos os alunos conseguem regular eficazmente a sua aprendizagem (Moos & Azevedo, 2006; Azevedo, Johnson, Chauncey, & Graesser, 2011). Aliás, Azevedo e Witherspoon (2009) sugerem, em investigações realizadas recentemente, algumas dificuldades que surgem quando os alunos aprendem nestes ambientes hipermédia. Durante a aprendizagem de temas mais complexos utilizando, por exemplo, aplicações hipermédia, os alunos revelam dificuldades em ativar as capacidades autorregulatórias, cognitivas e metacognitivas (Azevedo, 2005).

Estas dificuldades advêm principalmente do facto de, nestes ambientes, os alunos terem de regular a sua aprendizagem. Por outras palavras, os alunos têm de ler, analisar o contexto de aprendizagem, estabelecer objetivos alcançáveis, definir estratégias de aprendizagem, adaptar as estratégias aos objetivos definidos, avaliar o grau de entendimento do tópico e determinar aspetos do contexto de aprendizagem que possa facilitar a aprendizagem. Não se pode deixar de mencionar que os processos metacognitivos estão também presentes e têm de ser ativados para determinar o grau de entendimento do tópico que estão a aprender. Os alunos têm, então, de monitorizar, modificar e adaptar-se às flutuações dos estados afetivos e motivacionais necessários para completar a tarefa.

Estas dificuldades em aprender em CBLEs (Lajoie & Azevedo, 2006), onde o aluno participa ativamente na construção do conhecimento (Azevedo, 2005; Dias, 2000; Jonassen, 2007; Silva, 2006), advêm, também, da liberdade que o aluno dispõe ao navegar por estes documentos hipermédia, onde, dadas as características destes, têm de assumir o controlo e desempenhar um papel ativo na sua aprendizagem, sendo estimulados a ativar os processos autorregulatórios da sua aprendizagem.

A liberdade e o controlo referidos caracterizam-se pela capacidade de os alunos poderem escolher aceder à informação que querem, quando querem e durante quanto tempo, e estas são influenciadas pela capacidade de utilizar os processos de ARA. Por outro lado, a navegação por documentos hipermédia também pode revelar-se uma tarefa complicada para alguns alunos (Nielsen, 2000). Por exemplo, e tendo também em conta a ARA, a navegação pelos CBLEs é influenciada pela própria capacidade em navegar por estes ambientes (um certo tipo de familiaridade na utilização de CBLEs) e pelo conhecimento prévio dos conteúdos. Assim, e no que diz respeito aos processos ARA, os CBLEs providenciam uma aprendizagem interativa que favorece os processos autorregulatórios no que diz respeito à planificação (e.g., ativando o conhecimento prévio) ou a execução (e.g., monitorizando as várias etapas para um resultado) (Aleven, McLaren, & Koedinger, 2006; Graesser, D'Mello, & Person, 2009).

O conhecimento prévio é uma das variáveis instrutivas dos alunos que tem sido investigada, essencialmente pela sua influência na fase de planeamento da ARA (Pintrich, 2000). Verifica-se que os alunos que apresentam um maior conhecimento prévio tendem a autorregular de uma forma mais proficiente a sua aprendizagem, conectando mais conceitos à medida que navegam pelo hipermédia, quando comparados com alunos com menores conhecimentos prévios (MacGregor, 1999). Na comparação de diferentes níveis de conhecimentos prévios,

Winters et al. (2008), referem que alunos cujos conhecimentos prévios são elevados planificam e monitorizam mais quando comparados com alunos cujos conhecimentos prévios são mais reduzidos (Moos & Azevedo, 2006). Os alunos com melhor desempenho académico são os que utilizam mais estratégias de aprendizagem e mais diversificadas.

Os CBLEs também são úteis para estudar os próprios processos ARA porque atualmente existem inúmeras aplicações hipermédia no mercado educativo que apelam ao desenvolvimento das capacidades autorregulatórias dos alunos. A oportunidade proporcionada pela tecnologia, nesses ambientes hipermédia, permite, também, registar toda a informação considerada relevante, ou seja, permite registar a forma como o aluno se move pelo documento hipermédia, sem interferir na sua aprendizagem (Aleven, Roll, McLaren, & Koedinger, 2010).

Os CBLEs são ambientes de aprendizagem eficazes na medida que se podem adaptar às necessidades individuais do aluno, por exemplo, providenciando sistemática e dinamicamente, andaimes durante a aprendizagem. Por estes motivos, representam uma oportunidade para promover a aprendizagem, os processos ARA (Aleven et al., 2010; Azevedo, 2009; Koedinger & Corbett, 2006; Lajoie & Azevedo, 2006) e para analisar o desenvolvimento dos próprios processos ARA (Azevedo et al., 2011).

No entanto, apesar de alguns alunos tirarem partido destes ambientes interativos existem outros que não aproveitam, na sua plenitude, o potencial e as vantagens que esses ambientes proporcionam. Por um lado, Azevedo, Johnson, Chauncey e Graesser (2011) referem que muito frequentemente os alunos não regulam a sua aprendizagem quando aprendem em ambientes hipermédia, no entanto, quando acompanhados por um professor/tutor tendem a utilizar mais facilmente os processos ARA durante a aprendizagem nestes ambientes. Por outro lado, numa extensa revisão de literatura, Winters, Greene e Costich (2008), referem, com base nos estudos analisados, que os alunos adaptam os processos ARA à aprendizagem realizada com aplicações/documentos *web* (ou documentos hipermédia vulgo CBLEs) e que os próprios alunos e as características das tarefas influenciam esses processos.

Assim, quando são proporcionadas ao aluno ferramentas, informações e estratégias que o ajudem na regulação da sua aprendizagem, bem como, apoio no domínio do conhecimento e *feedback* apropriado e no tempo certo, obtêm-se ganhos substantivos na aprendizagem (Azevedo et al., 2011).

A andaimagem referida anteriormente pode ser adaptativa/dinâmica ou estática. A andaimagem adaptativa/dinâmica é fornecida por um tutor que vai ajustando as condições da(s)

tarefa(s) às necessidades do aluno (Azevedo et al., 2011). A andaimagem estática providencia questões fixas com o objetivo de andaimar a aprendizagem dos alunos através do estabelecimento de objetivos parcelares. Azevedo et al. (2011) verificaram que os alunos que utilizam uma andaimagem estática regulam a sua aprendizagem, monitorizando alguns aspetos do ambiente hipermédia em detrimento da parte cognitiva e utilizam estratégias de aprendizagem pouco eficazes. Quando a andaimagem é adaptativa/dinâmica, os alunos tendem a regular a sua aprendizagem i) ativando o conhecimento prévio e criando objetivos parcelares, ii) monitorizando a parte cognitiva utilizando a percepção daquilo que sabem e o juízo que fazem da sua aprendizagem, e iii) utilizando estratégias de aprendizagem eficazes muitas vezes com a ajuda do professor/tutor (Azevedo et al., 2011).

Assim, a andaimagem adaptativa/dinâmica é mais eficaz e promove uma aprendizagem qualitativa e, não obstante os constrangimentos tecnológicos, é desejável que os CBLEs simulem, tanto quanto possível, os comportamentos regulatórios proporcionados pelo professor/tutor. Em suma, é desejável que os CBLEs sejam o mais “inteligentes” possível, esse é o desafio colocado aos investigadores e aos desenvolvedores de CBLEs.

Como referido anteriormente, alguns investigadores atribuem o sucesso, que determinados alunos obtêm ao utilizarem estes ambientes, à qualidade dos processos ARA dos alunos (Lajoie & Azevedo, 2006). Nesse sentido é importante que os CBLEs incorporem e promovam a SRL dos alunos.

Concluindo, os alunos adaptam os seus processos de ARA a CBLEs, e as características do aluno e das tarefas influenciam esses processos. O conhecimento prévio dos alunos faz com que dediquem mais tempo à planificação e monitorização da tarefa em contraponto com os que detêm um conhecimento prévio mais limitado. Os alunos com bons resultados académicos são os que obtêm mais ganhos no processo de aprender, beneficiando das oportunidades e dos ambientes de aprendizagem qualitativa e utilizando estratégias mais adaptadas à tarefa (Greene et al., 2008). Na construção de CBLEs a andaimagem adaptativa é mais eficaz e é potenciada com a presença de um tutor digital que emule, tanto quanto possível, as boas práticas pedagógicas de um tutor humano, e tire partido das capacidades tecnológicas que permitem monitorizar a aprendizagem. O *feedback* apropriado nestes sistemas CBLEs é também uma componente essencial para promover a aprendizagem (Koedinger & Corbett, 2006).

2.5. Os tutores digitais em aplicações hipermédia

Como vimos, a presença de um tutor digital que replique, tanto quanto possível, as boas práticas pedagógicas dos docentes incorporando *feedback* apropriado são essenciais para promover a aprendizagem em CBLEs. Assim, o crescimento exponencial da WWW está associado ao aparecimento de inúmeros CBLEs com tutores incorporados. Estes representam uma oportunidade para potenciar e fomentar a aprendizagem (Lajoie & Azevedo, 2006). Por um lado, os estudos têm mostrado que, nestes ambientes, alguns alunos têm dificuldades em aprender, por outro têm mostrado que os alunos mais autorreguladores da sua aprendizagem, são os que mais beneficiam destes ambientes. Assim, alguns investigadores sugerem a qualidade dos processos ARA como um potencial mediador entre os CBLEs e os resultados académicos dos estudantes (Azevedo 2005; Lajoie & Azevedo, 2006). Interessa, pois, perceber como funcionam os CBLEs que incorporam algum tipo de tutoria, nomeadamente através da inclusão de um tutor digital e quais as vantagens e desafios que advêm de tal opção.

A tutoria de um para um, é a solução encontrada por alunos, pais, encarregados de educação, professores, diretores e sistemas educativos para colmatar as dificuldades dos alunos quando estes não alcançam os resultados académicos esperados (Graesser, Conley, & Olney, 2012). A tutoria de um para um, como método de instrução, remonta, pelo menos, ao tempo do filósofo Sócrates, nomeadamente através da aplicação do método Socrático (Koedinger & Corbett, 2006) que, através da maiêutica, induzia os alunos a chegar, através do seu próprio raciocínio, ao conhecimento ou à solução da questão em causa. A utilização da ironia levava o aluno a entrar em contradição, tentando depois ajudá-lo a chegar à conclusão de que o seu conhecimento é sempre limitado. Importa, então, compreender as condições em que a tutoria realizada por pessoas é aplicada, como é aplicada e qual a sua viabilidade a nível logístico e económico, considerando idealmente que os tutores sejam profissionais com competências em determinada área do conhecimento na qual o aluno apresenta dificuldades (Graesser et al., 2012; VanLehn, 2011).

Por um lado, a investigação tem mostrado que a tutoria de um para um, realizada por pessoas (*Human Tutoring*), é mais eficaz do que a de um para muitos (de um para muitos é tipicamente o que acontece numa sala de aula) (Bloom, 1984; Koedinger & Corbett, 2006; VanLehn, 2011). No entanto, por constrangimentos económicos bastante evidentes, não é possível que exista um tutor para cada aluno, pelo menos, um tutor humano com as

características pedagógicas ideais. Verificamos, a título de exemplo, que muitos professores e encarregados de educação fazem esforços e sacrifícios para tentar conseguir um tutor competente para o seu aluno/educando (VanLehn, 2011) (e.g., explicações), no entanto, constata-se que nem sempre é fácil e é sempre oneroso, o que torna esta aposta educativa uma impossibilidade para uma percentagem muito elevada de famílias.

Com o aparecimento dos computadores e da exploração das suas potencialidades, tanto ao nível de *hardware* como ao nível do *software*, surgem novas possibilidades e, economicamente mais viáveis, capazes de proporcionar novas oportunidades para implementar a tutoria de um para um, através da incorporação de um tutor digital (chamamos tutores digitais aqueles sistemas de tutoria que se encontram incorporados num determinado *software/Web*). Assim, a tecnologia providencia uma oportunidade para incorporar novas formas de aprender, nomeadamente aprender Matemática, adaptando-se às necessidades e especificidades dos alunos e professores (Conati, 2009; Graesser et al., 2012; Koedinger & Corbett, 2006; Lajoie & Azevedo, 2006). Portanto, através das novas tecnologias a tutoria digital, incorporada através de tutores digitais nos *softwares* educativos, fica ao alcance de todos.

... por todo o esforço e dinheiro que muitas vezes é canalizado para a tutoria humana, os resultados alcançados para ambos, profissionais e voluntários, têm sido promissores mas o seu impacto global na população é limitado. No geral, estas conclusões sobre a tutoria humana tem motivado muitos a considerar verdadeiramente a utilização de ITS ou outras tecnologias baseadas no computador como uma alternativa à tutoria humana de um para um (Graesser et al., 2012, p. 455).

Concluindo, a literatura identifica por um lado a tutoria realizada por pessoas, e por outro a tutoria digital (tutoria realizada com recurso à tecnologia, nomeadamente um tutor digital). De uma forma geral, ambas as tutorias devem incorporar um tutor inteligente/competente (humano ou digital) que, para melhorar a aprendizagem dos alunos, deve dominar três tipos de conhecimento: (1) conhecimento sobre o domínio de estudo; (2) conhecimento sobre o aluno e (3) conhecimento sobre as estratégias pedagógicas a implementar (Conati, 2009). No caso dos tutores digitais, estes devem, também, ter conhecimento de comunicação, ou seja, devem ser capazes de comunicar a informação através dos meios digitais em presença. No entanto, nem todos os sistemas que integram tutores

digitais utilizam todos os conhecimentos mencionados em cima (Conati, 2009, Graesser et al., 2012). Podem utilizar apenas um tipo de conhecimento ou uma combinação dos conhecimentos referidos.

Com a revolução tecnológica, e com o objetivo de contribuir para a melhoria da aprendizagem dos alunos, várias foram as tentativas de criar e incorporar a tutoria digital, através da inclusão de tutores digitais no *software* educativo ou em sistemas que incorporam as novas tecnologias. Estas têm evoluído ao longo dos tempos, acompanhando a própria evolução tecnológica (Aleven, McLaren, Sewall, & Koedinger, 2009; Conati, 2009; Graesser et al., 2012; Koedinger & Corbett, 2006), no entanto, destacam-se dois tipos de tutoria digital (VanLehn, 2011):

- A primeira é caracterizada pelo fornecimento de pistas, com base nas respostas dadas, e pelo *feedback* dado em tempo real aos alunos. Estes tipos de sistemas têm na literatura, vários nomes, dos quais se incluem: Instrução Assistida por Computador - IAC (*Computer Aided-Instruction - CAI*) Instrução Baseada no Computador (Computer-Based Instruction - CBI), Aprendizagem Assistida por Computador (*Computer Aided-Learning - CAL*) e Treino Baseado no Computador (*Computer-Based Training - CBT*).
- A segunda é caracterizada por permitir, através de uma *interface* com os alunos, o preenchimento dos passos necessários à conclusão de determinada tarefa. Aqui o sistema tem a oportunidade de ler, verificar e interpretar os vários passos da resolução, fornecendo *feedback* e pistas para cada um dos diferentes passos (Graesser et al., 2012; Vanlehn, 2011; Woolf, 2009). Estes sistemas são normalmente intitulados de Sistemas Inteligentes de Tutoria - STI (*Intelligent Tutoring Systems - ITS*). Um dos mais conhecidos e reconhecidos STI é o *Cognitive Tutor™* desenvolvido por investigadores da universidade *Cornegie Mellon*, que é baseado na teoria cognitiva e no modelo de Anderson (1990) intitulado *Adaptative Control of Thought (ACT- R)*. Neste STI o tutor recorre a um modelo psicológico capaz de resolver os problemas apresentados aos alunos, acompanhando-o ao longo da sua resolução.

Os sistemas inteligentes de tutoria resultam da investigação combinada em inteligência artificial, ciências cognitivas e educação e cuja visão é produzir um “professor para cada aluno ou uma comunidade de professores para cada aluno” (Woolf, 2009, p. 12). Estas investigações permitiram desenvolver agentes inteligentes (tutores digitais) que atuavam como tutores nos IAC (Conati, 2009; Graesser et al., 2012). Tradicionalmente, e como já referido anteriormente, os IAC promovem a aprendizagem através da resolução de um conjunto de tarefas, com pistas e com acesso às respostas (ou soluções) e respetivas propostas de resolução e, dependendo da resposta dada, providenciam *feedback* apropriado.

Numa meta-análise realizada por Dodds e Fletcher (2004), a aprendizagem realizada, utilizando IAC, mostrou, um tamanho do efeito $d = 0.39$ quando comparado com a aprendizagem realizada na sala de aula ($d - \sigma$ é uma medida em unidades de desvio padrão, que compara a média na condição experimental com a média na condição de comparação e para o efeito, 0.39, é considerado um tamanho do efeito médio). Portanto, os IAC são um tipo de tecnologia que pode atuar como tutor com ganhos relativos quando comparada com a aprendizagem tradicional na sala de aula, no entanto, a nova geração de STI revolucionou e potenciou a aprendizagem nestes ambientes tecnológicos. Os STI são, pois, uma geração de sistemas tecnológicos que vão para além dos convencionais IAC (Graesser et al., 2012), que contêm duas características muito importantes e presentes na investigação cognitiva da tutoria humana: o mapeamento do conhecimento e as instruções adaptadas ao sujeito.

Importa, então, perceber se a tutoria de um para um realizada por um tutor humano é, atualmente, tão eficaz quando a realizada por um tutor digital. Em investigações realizadas na década de 80 era consensualmente aceite, e fazia até há pouco tempo parte do senso comum, que a tutoria realizada por pessoas (ver Figura 3) era mais eficaz quando comparado com o ensino na sala de aula sem recurso à tutoria (Bloom, 1984; Evens & Michael, 2006; VanLehn et al., 2007).

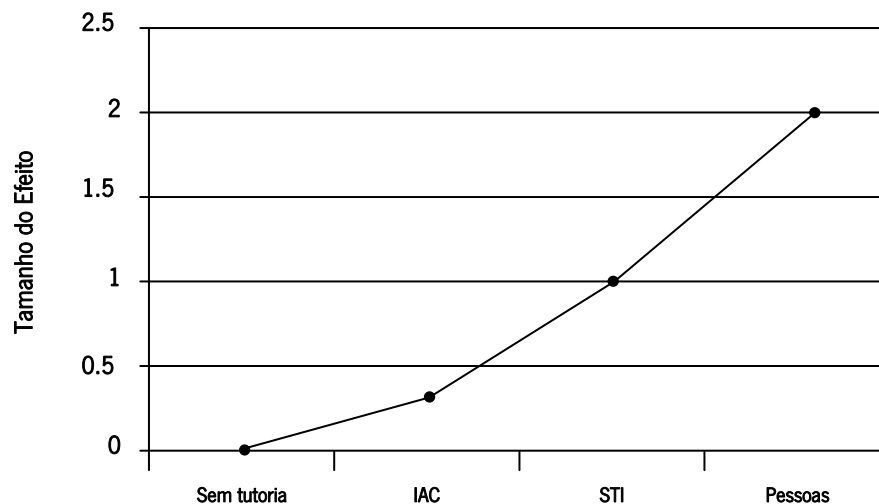


Figura 3. Crença comum do tamanho do efeito de tipos de tutoria (VanLehn, 2011, p. 198).

Interessa, portanto, questionar o tamanho do efeito de 2 pontos, nos estudos de Bloom (1984) para a tutoria realizada por pessoas (aqui tutoria realizada por pessoas subentende-se de um para um). A justificativa da percepção de eficácia na aprendizagem, quando realizada por tutores humanos (Conati, 2009; Koedinger & Corbett, 2006; Lajoie & Azevedo, 2006; VanLehn, 2011), em comparação com os tutores digitais é sustentada pela capacidade de estes proporcionarem uma melhor andaimagem do raciocínio dos alunos, com *feedback* capaz de os encorajar a participar ativamente na construção do conhecimento (Chi, Siler, Jeong, Yamauchi, & Hausmann, 2001; Graesser, Person, & Magliano, 1995; Merrill, Reiser, Ranney, & Trafton, 1992; VanLehn, 2011).

VanLehn (2011) para compreender se ainda era válido o tamanho do efeito $d = 2.0$ encontrado por (Bloom, 1984), realizou uma revisão de várias meta-análises de tutorias realizadas por pessoas e de tutorias digitais, comparando sempre dois tipos de instrução: com tutoria (pessoas ou não) e sem tutoria. Na sua análise identificou e comparou cinco tipos de instrução, com e sem recurso à tutoria, a saber: tutoria por pessoas (*human tutoring*), tutoria baseada na resposta (*answer-based tutoring*), tutoria baseada em passos (*step-based tutoring*), tutoria baseada em sub - passos (*substep-based tutoring*) e sem qualquer tipo de tutoria (ensino instrucional sem *feedback*).

A tutoria realizada por pessoas, entenda-se tutoria de um para um realizada por um ser humano. Neste tipo de tutoria a granularidade (quantidade de raciocínio necessário entre momentos de interação) é baixa. A tutoria baseada na resposta, inserida em sistemas de Instrução Assistida por Computador, é caracterizada por uma interação resposta – *feedback*, ou

seja, o aluno dá a resposta e o tutor digital analisa a resposta e dá o respetivo *feedback*. Adicionalmente, estes tutores também podem fornecer pistas contribuindo para a andaimagem do raciocínio (este *scaffolding* caracteriza-se por guiar o aluno através de uma linha de raciocínio sem fornecer novas informações), e apresentar uma proposta detalhada de resolução. A granularidade é elevada neste sistema de tutoria. A tutoria baseada em passos, inserida em Sistemas Inteligentes de Tutoria, é caracterizada por permitir a resolução de tarefas por passos, com pistas que podem orientar o aluno ao longo da resolução da tarefa. Neste tipo de tutoria a granularidade é baixa. Inserida, também, em Sistemas Inteligentes de Tutoria, a tutoria baseada em sub-passos, caracteriza-se por permitir um raciocínio andaimado e com *feedback* a um nível mais detalhado. Neste tipo de tutoria o grau de granularidade é bastante baixo.

A literatura (Evens & Michael, 2006; Reif & Scott, 1999; VanLehn et al., 2007) refere que o tamanho do efeito $d = 2.0$ se deve, principalmente, ao suporte dos alunos a um padrão mais elevado no domínio de um determinado conteúdo e parece ser a demonstração do poder do domínio da aprendizagem em vez de demonstrar a eficácia da tutoria humana (Vanlehn, 2012).

Podemos observar na Figura 4 o tamanho do efeito para os cinco tipos de instrução e verificar, como já foi referido anteriormente, que todos os tipos de instrução que recorrem à tutoria são mais eficazes quando comparados à sua não utilização.

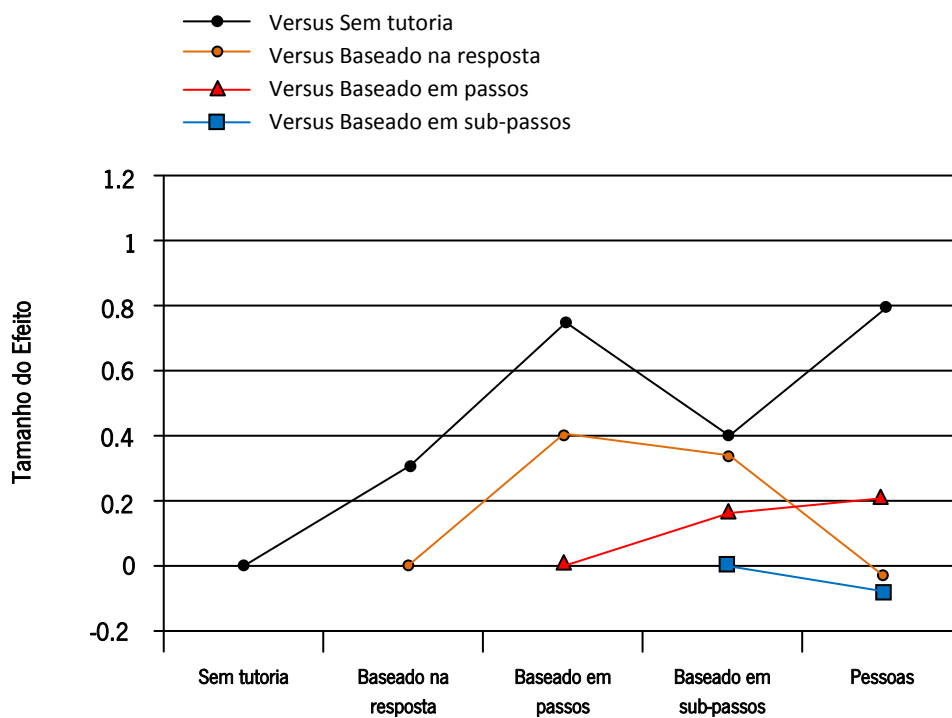


Figura 4. Média do tamanho dos efeitos da meta-análise realizada (VanLehn, 2011, p. 209).

Verificou-se também que a tutoria humana, a tutoria baseada em passos e a tutoria baseada em sub-passos são igualmente eficazes com ligeiras diferenças e mais eficazes do que a tutoria baseada nas respostas ou do que a não utilização de tutoria:

**Tutoria por pessoas = Tutoria baseada em sub-passos = Tutoria baseada em passos >
Tutoria baseada nas respostas > Sem Tutoria**

Confrontando a tutoria realizada por humanos com a tutoria realizada por um tutor digital, foram realizadas outras análises sobre o processo de tutoria (Graesser, Person, & Magliano, 1995; Graesser et al., 2009), verificando-se que os tutores humanos raramente implementam algumas das estratégias de tutoria propostas pela educação, ciências cognitivas e produtores de STI (e.g., o tutor humano nem sempre questiona o aluno de uma forma que o leve a descobrir e a corrigir os seus erros de uma forma ativa e autorregulada, o tutor raramente seleciona problemas específicos de modo a estender os limites do que o aluno já sabe e fornece apoio ao longo da sua resolução) (Graesser et al., 2012).

Os sistemas educativos, nomeadamente as escolas, começam agora a adotar ITS. Nos Estados Unidos a adoção de ITS é já uma realidade em larga escala apesar de terem consciência de que estes sistemas são caros (Graesser et al., 2012; VanLehn, 2011). No entanto, depois de um ITS ter sido construído e testado, os seus custos de utilização são bastante insignificantes quando comparados com a tutoria realizada por humanos. Cada vez mais existem ITS disponíveis com tutores digitais incorporados, no entanto, importa também fomentar a sua boa utilização e melhorar e encorajar os alunos a pedir ajuda durante a utilização destes sistemas.

2.6. A procura de ajuda (“*Help seeking*”) em CBLEs

Nas escolas, os alunos regulam a sua aprendizagem e desenvolvem-se intelectualmente, procurando ajuda ou suportando-se noutros atores educativos, sempre que o necessitam (Newman, 2000). A procura de ajuda é uma manifestação de um comportamento autorregulatório e uma estratégia importante que pode ser utilizada na aquisição de competências (Rosário & Polydoro, 2012). É possível que o comportamento dos alunos na procura de ajuda reflita competências metacognitivas e do domínio em estudo; atitudes sobre a aprendizagem; os objetivos dos alunos e até as suas crenças epistemológicas (Aleven, Stahl, Schworm, Fischer, & Wallace, 2003). No entanto, Aleven e colaboradores (2003) referem que nem sempre a procura de ajuda conduz a uma boa aprendizagem.

Uma das queixas mais frequentes, nomeadamente por parte dos professores e encarregados de educação, é a de que os alunos não participam ativamente no desenvolvimento da sua aprendizagem. Uma das manifestações que o confirma é a ausência ou a inadequada procura de ajuda. A procura de ajuda é uma competência metacognitiva muito importante (Aleven et al., 2003; Nelson LeGall, 1981), que pode influenciar a aprendizagem em variadíssimas situações. Assim, saber quando e como procurar ajuda torna-se fundamental para que o aluno participe de forma ativa no desenvolvimento da aprendizagem e na construção do conhecimento.

A habilidade para procurar ajuda nas alturas corretas e de fontes apropriadas, e de aprender através da ajuda fornecida, é importante simplesmente porque não é possível que o sistema educativo prepare os estudantes para todas as competências necessárias no futuro (Aleven, McLaren, & Koedinger, 2006b, p. 259).

Na era tecnológica em que vivemos, a utilização proficiente da ajuda em CBLEs, é um fator importante cujo resultado é uma melhoria na aprendizagem para quem utiliza estes ambientes (Aleven et al., 2003). Muitos destes CBLEs incorporam ajudas sob as mais variadíssimas formas, tais como, pistas (podem ser fornecidas por camadas, começando por uma informação geral, lembrando-lhes o objetivo, e por pistas mais específicas até à solução) e/ou glossários ou hiperligações. De facto, verificou-se, nas últimas duas décadas, um aumento considerável de tecnologias de informação e comunicação que incorporam vários tipos de ajuda (Kabernick, 2011a).

A aprendizagem de novos conteúdos/competências sem recorrer a algum tipo de ajuda pode ser uma tarefa árdua. Portanto, torna-se fundamental melhorar a capacidade e a habilidade em procurar ajuda. Nalguns modelos (Alevén, McLaren, & Koedinger, 2006b; Nelson-Le Gall, 1981), a procura de ajuda é efetiva quando, de uma forma espontânea, se verifica que o aluno: (1) deteta um problema que precisa de ser solucionado; (2) determina que é necessário recorrer à ajuda; (3) decide procurar ajuda; (4) estabelece um objetivo na utilização da ajuda; (5) decide a quem perguntar; (6) solicita a ajuda e (7) obtém a respetiva ajuda. Esta ajuda pode ser fornecida para cada etapa da resolução de um problema, ou seja, os alunos podem pedir múltiplos níveis de ajuda (Alevén et al., 2006b; Karabenick & Newman, 2009; Mathews & Mitrovic, 2008).

Nos CBLEs, o facto de as ajudas existirem e de estarem à distância de um clique faz com que, muitas vezes, não sejam utilizadas da melhor forma, ou seja, muitas vezes acabam por não cumprir a missão para as quais foram desenhadas. Talvez aconteça porque nestes ambientes a procura de ajuda exige menos esforço, é potencialmente anónima e não é “ameaçadora” (Karabenick, 2011b). No entanto, quando bem utilizada, está associada a uma melhor aprendizagem (Alevén et al., 2006b; Roll, Alevén, McLaren, & Koedinger, 2011).

Para Nelson-Le Gall's (1981, 1987), as ajudas podem ser de dois tipos: *instrumentais* quando o objetivo é promover a aprendizagem e a compreensão (ver exemplo do *Geometry Cognitive Tutor* na tabela 5) ou *executivas* quando o objetivo é evitar trabalho (por exemplo carregar rapidamente e repetidamente nas ajudas para chegar à solução). A utilização correta ou a sua solicitação é determinante para produzir os efeitos desejáveis.

Na tabela 5 podemos identificar, segundo Roll et al. (2011), três tipos de ajudas/pistas: o que deve fazer – serve apenas para orientar e normalmente é a questão; pistas com ajuda instrumental – permitem ajudar o aluno a construir a resolução ou a indicar-lhe alguns caminhos ou opções e a solução do problema chamada de “*bottom-out hint*”.

Tabela 5. Níveis das pistas no Tutor de geometria cognitivo (Roll et al., 2011, p. 268)

Nível da pista	Texto da pista	Tipo de pista
1.	“Introduza o valor do raio do círculo A”	Orientação
2.	“Como podes calcular o valor do raio do círculo A, sabendo que o seu diâmetro?”	Ajuda instrumental
3.	“O raio de um círculo é metade do diâmetro”	Ajuda instrumental
4.	“O raio do círculo A = 46.5”	Solução (“Bottom-out hint”)

Newman (2000), utilizando a caracterização do tipo de ajudas de Nelson LeGall (1981, 1987), apresenta, em contraste, as utilizações mais frequentes por parte dos alunos desses dois tipos de procura de ajuda: a procura de ajuda que revela uma certa dependência das ajudas (ajuda executiva) e a procura de ajuda quando necessária, por isso instrumental, para prosseguir ou concluir uma determinada tarefa.

De facto, os alunos, na sua maioria, utilizam as ajudas de uma forma pouco produtiva, demonstrando, muitas vezes, um comportamento errático quando a solicitam. A procura de ajuda está, geralmente, relacionada com evitar pensar numa estratégia de resolução de um problema, em vez de ser encarada como uma ferramenta que pode ajudar na sua resolução (Karabenick, 2003, 2004; Ryan, Patrick, & Shin, 2005).

Assim, os alunos têm a tendência de utilizar abusivamente a ajuda ou de a desprezar quase por completo, ou seja, muitos alunos evitam a ajuda quando precisam dela (Aleven et al., 2003) e quando a solicitam, normalmente, querem mais informação para além daquela que é necessária (Roll et al., 2006). É, então, frequente o pedido de ajudas elaboradas quando pouca ou nenhuma ajuda é necessária para resolver a tarefa. Por outro lado, muitas vezes os alunos clicam sucessivamente nas pistas, para chegar à solução (“*bottom-out hint*”) sem antes refletirem sobre os elementos/resultados apresentados (Aleven et al., 2006a; Karabenick & Newman, 2009). Num estudo desenvolvido por Aleven e colaboradores (2006a) verificou-se um excesso de confiança na utilização das ajudas por parte dos alunos, e uma tendência de procurarem respostas nas ajudas fornecidas, principalmente quando estas são apresentadas sob a forma de pistas. Noutro estudo realizado com o *Geometry Cognitive Tutor*, Aleven, McLaren e Koedinger (2006b) referem que a tentativa de enganar o sistema (abusando das ajudas) leva a uma correlação negativa entre a procura de ajuda e a aprendizagem e propõem sequências de pistas mais curtas e pistas que não misturem aspetos cognitivos e metacognitivos.

Outras investigações em contexto de sala de aula, mostraram que o comportamento de procurar ajuda – *adaptive help seeking behavior* – permite que os alunos aprendam mais eficazmente (Karabenick & Newman, 2009; Ryan & Shin, 2011). Verifica-se, também, que a procura efetiva de ajuda, com recurso à tecnologia, está associada a uma melhor aprendizagem em contexto educativo (Aleven et al., 2006a; Renkl, 2002; Wood & Wood, 1999).

Assim, durante interações mediadas por computador, e quando se utilizam sistemas inteligentes, a procura de ajuda que ocorre na sala de aula, como estratégia de autorregulação da aprendizagem, melhora as aptidões dos alunos na procura de ajuda e na aquisição dos

conhecimentos (Karabenick, 2011; Renkl, 2002). Saber quando e como procurar ajuda durante a aprendizagem é uma competência autorregulatória (Karabenick & Newman, 2006; Nelson-Le Gall, 1981; Newman, 1994; Pintrich, 2000; 2010; Zimmerman, 2008), e é consensual que a procura de ajuda pode ser uma estratégia muito importante para alunos autorreguladores da sua aprendizagem (Rosário et al., 2012; Zimmerman, 2008).

Muitos sistemas com tutores incorporam e proporcionam ajuda na forma de pistas que tentam explicar como se pode resolver determinado problema (Roll et al., 2011). Uma estratégia para melhorar, num sistema com tutor, a qualidade da procura de ajuda dos alunos quando estão a resolver um problema é delegar alguma responsabilidade ao próprio sistema em detrimento do aluno. O objetivo destes sistemas inteligentes é “aumentar o conhecimento e a perceção em detrimento de simplesmente fornecer as respostas ... [Assim é] permitido e até encorajado que os alunos selecionem diferentes tipos de ajuda” (Karabenick, 2011b, p. 274).

Alunos que não têm conhecimento suficiente para resolver determinada tarefa ou um determinado passo de uma tarefa devem procurar ajuda para completar a tarefa ou aquele passo da tarefa (ajuda instrumental). Por outro lado, a procura da solução (“bottom-out hint”) sem compreender os passos que levam a encontrá-la não é desejável. Utilizando o modelo proposto por Nelson LeGall (1981) para potenciar a utilização da ajuda o aluno deve começar por ter consciência de que precisa de ajuda, isto pode ser feito pelo CBLE através de feedback apropriado recordando o aluno de que pode e deve pedir ajuda na resolução das tarefas ou em passos intermédios. O passo seguinte será decidir pedir ajuda. Podem surgir alguns constrangimentos nesta fase que advêm do facto de alguns CBLEs penalizarem o aluno pelas ajudas utilizadas. Por outro lado, a utilização de ajudas em CBLEs não limita o aluno pois este não tem receio de não concluir da tarefa ou de ser visto como incompetente. O terceiro passo é identificar possíveis ajudantes, pois em CBLEs os alunos podem ter várias opções de ajuda, como por exemplo, uma pista fornecida pelo CBLE ou um glossário. A par destas ajudas pode ainda recorrer à ajuda dos seus professores, colegas ou consultar o seu manual. De seguida deve utilizar estratégias para obter a ajuda, porque em CBLEs os alunos têm menos flexibilidade para expressarem o pedido de ajuda do que noutros contextos. Por último deve avaliar o pedido de ajuda realizado. Este é facilitado pelo potencial que os CBLEs têm no fornecimento imediato de *feedback*, no entanto, pode reduzir a motivação do aluno para refletir ou pode reduzir a avaliação do seu comportamento quando pede ajuda. O *feedback* oferecido pelo CBLE pode tornar claro, para os alunos, se podem prosseguir com a tarefa depois de um pedido de ajuda.

Na medida em que muitos CBLEs colocam mais ênfase neste tipo de *feedback* mais imediato, em comparação com outros tipos de provedores de ajuda, podem, tendencialmente, contribuir para o aluno processar o pedido de ajuda de uma forma superficial.

O “mecanismo que permite a procura de apoio, para além, de ser estratégico, metacognitivo e específico em termos de conteúdos, pode ser importante na construção andaimada das competências emocionais e motivacionais dos alunos” (Järvelä, 2011, p. 297). Pode ser uma estratégia chave para desenvolver de forma autónoma capacidades e competências (Nelson-LeGall, 1981).

3. Metodologia

3.1. Introdução

Hoje a tecnologia faz parte integrante do nosso quotidiano e a sua utilização, principalmente nos países desenvolvidos, cresce a cada dia que passa. Portanto, a facilidade com que as crianças e os jovens interagem com a tecnologia não é alheia ao facto de a sua introdução e utilização nas mais variadíssimas áreas, nomeadamente a educativa, seja efetivada cada vez mais cedo. Termos como quadro interativo, hipermédia, *WWW*, *tablet*, *app*, *android*, *market*, *Google play*, *ios* entre outros, entraram definitivamente para o nosso léxico sendo, nos dias de hoje, amplamente conhecidos e utilizados por todos, em particular, pelos jovens. Esta facilidade na utilização da tecnologia leva Prensky (2006) a considerar os alunos e jovens como nativos digitais, pois para além de terem nascido na era dos computadores, telemóveis, tablets e outros tantos recursos tecnológicos, incorporam as novas tecnologias nas suas práticas diárias, projetando a sua utilização no seu próprio futuro.

Por conseguinte, os professores e os educadores tentam, e devem fazê-lo, tirar partido da tecnologia, direcionando-a para o contexto educativo e aproveitando o fascínio demonstrado pelos jovens com o mundo virtual, com os jogos eletrónicos, com a Internet, com os telemóveis, com os *tablets*, ou seja, com as novidades da tecnologia, no sentido de os motivar na aprendizagem de um qualquer conteúdo. De facto, temos vindo a assistir, nos tempos mais recentes, a uma autêntica revolução tecnológica nas nossas escolas e a uma mudança de paradigma, mesmo que lenta, onde o aluno assume o papel principal na construção do conhecimento e onde o professor se vê/verá forçado a adotar novas metodologias de ensino que incorporam a tecnologia.

Por um lado, o governo Português tem dotado progressivamente as escolas de infraestruturas que permitem um acesso mais abrangente e mais rápido, tanto na utilização/compra de serviços de Internet como na utilização/compra de computadores, projetores e quadros interativos e quiçá, no futuro, na utilização de *tablets* na sala de aula. Por outro lado, tem lançado vários programas que potenciam a utilização desses recursos através da sua integração no processo de ensino-aprendizagem, nomeadamente o preconizado pelo XVIII governo constitucional através da agenda 2010-2015.

Portanto, tirar partido da tecnologia em benefício dos alunos, nomeadamente através da criação/utilização de aplicações hipermédia (disponibilizados principalmente na *WWW* e nos

mercados para os dispositivos móveis/ *tablets*) pode ser uma mais-valia para os alunos e deve ser bem aproveitada. Primeiro porque permite que os seus alunos acompanhem e revejam as aulas, resolvam fichas de trabalho ou os trabalhos para casa e utilizem diferentes atividades interativas e, segundo, porque cada aluno tem o seu próprio ritmo e através dos recursos disponibilizados na *WWW* podem, em qualquer lado e em qualquer momento, percorrer as diferentes atividades individualmente, sem pressas, ao seu ritmo e até recuperar competências. Ou seja, o aluno assume o controlo da sua aprendizagem e torna-se um ator ativo neste processo de aprender e os professores enfrentam diariamente o desafio de envolver os alunos, motivando-os para os diversos conteúdos apresentados.

No entanto, a disponibilização de recursos (e.g., uma aplicação hipermédia, interativa, com poder e impacto visual), apesar de contribuir para a aprendizagem, não a gera por si só. Por um lado, o aluno tem de querer aprender e se este “não estiver disponível para aprender, é impossível que a aprendizagem ocorra, pelo menos de uma forma significativa e profunda” (Rosário, 2002, p. 15). Por outro lado, a natureza da tarefa e os objetivos de aprendizagem devem definir os processos de interação e avaliar a integração da tecnologia na produção de conhecimento (Jonassen, Mayes, & McAleese, 1993), ou seja, é desejável que a elaboração de conteúdos aproveitem as potencialidades da tecnologia para produzir verdadeiros instrumentos de ensino que potenciem uma aprendizagem efetiva.

Ancorados na revisão da literatura apresentada podemos concluir que é importante que as aplicações hipermédia potenciem de alguma forma a autorregulação da aprendizagem, pois verifica-se que os alunos academicamente mais proficientes são autorreguladores da sua aprendizagem uma vez que, durante a realização de uma tarefa, planeiam, monitorizam e avaliam durante o processo da sua resolução (Rosário et al., 2010). Um aluno pode ser considerado como autorregulador da sua aprendizagem quando se sente metacognitiva, motivacional e comportalmente envolvido no seu processo de aprendizagem, ou seja:

Os alunos que regulam a sua própria aprendizagem são aqueles que possuem a capacidade de, por um lado, exercer controlo sobre as diferentes dimensões do processo de aprendizagem, incluindo a seleção, combinação e coordenação das estratégias cognitivas num determinado contexto, e por outro, de canalizar recursos para os diferentes aspetos do processo de ensino-aprendizagem, sem muitos custos para o seu bem estar (Boekaerts, 1996, p. 102).

Estas aplicações hipermédia ao permitirem a apresentação da informação de uma forma atrativa, interativa e não sequencial devem contribuir para uma aprendizagem significativa e profunda, onde a partilha de ideias, de soluções e de estratégias, a exploração de caminhos, a pesquisa, o questionamento e a colaboração entre os diferentes intervenientes deve contribuir para a construção do conhecimento.

Os sistemas educativos, tendo em atenção o enunciado anteriormente, devem regular a sua atuação como resposta às necessidades de uma sociedade em constante transformação. Ou seja, o desafio centra-se:

(...) na capacidade de os sistemas educativos conseguirem promover um ensino contextualizado centrado em processos de aprendizagem conducentes a bons produtos, que prepare os alunos para os diversos confrontos com a vida, para além dos muros da escola, um ensino que ensine não apenas respostas pré-formatadas, mas a questionar promovendo a pesquisa (Rosário, Simão, Chaleta, & Grácio, 2008, p. 116).

Consequentemente, colocar uma aplicação hipermédia educativa na imensa WWW não é um problema, no entanto, e na nossa opinião, o problema consiste em “colocar” uma aplicação hipermédia de qualidade que responda às necessidades de uma sociedade em constante mudança e que adote a tecnologia como um parceiro na promoção efetiva do sucesso escolar.

Assim, com tantos recursos disponíveis nas nossas escolas, em particular computadores, projetores e quadros interativos, torna-se premente tirar partido desses recursos, desenvolvendo novas metodologias que incorporem uma boa utilização das tecnologias.

De uma maneira geral é importante que sejam criadas e utilizadas aplicações hipermédia que potenciem a utilização desses recursos e que motivem e estimulem os alunos na aprendizagem através da interação propiciada pelos próprios recursos disponíveis e cuja finalidade é a realização efetiva de aprendizagens significativas e profundas.

Portanto, considerando a importância da tecnologia e dos seus recursos na escola, a abordagem construtivista do ensino, o efeito positivo da autorregulação da aprendizagem, as dificuldades na disciplina de Matemática já explanadas anteriormente e suportadas pelo desempenho menos positivo nos indicadores da OCDE e nos exames nacionais, propusemo-nos construir uma aplicação hipermédia, incluída numa plataforma mais abrangente o *Hypatiamat* (disponível em <http://www.hypatiamat.com>), para trabalhar o conteúdo programático da unidade

curricular do Teorema de Pitágoras com alunos do 8.º ano de escolaridade utilizando os recursos tecnológicos disponíveis nas escolas (quadro interativo, projetores, computadores e Internet) e os recursos tecnológicos dos alunos (computadores e Internet).

Portanto, a criação da plataforma *Hypatiamat* em geral e da aplicação hipermídia do Teorema de Pitágoras (AHTP) em particular, constitui uma oportunidade para contribuir para a melhoria da aprendizagem da Matemática tendo consciência que não é o “remédio para todos os males”, mas pode ser uma preciosa ferramenta de motivação e envolvimento. Esta ferramenta foi criada com a ideia de ajudar os alunos a pensarem e de proporcionar-lhes e exigir-lhes que pensem de uma “forma significativa de modo a usarem a aplicação para representar o que sabem” (Jonassen, 2007, p. 15) permitindo assim o desenvolvimento do raciocínio e do pensamento crítico e reflexivo do aluno.

No desenho e conceção da aplicação hipermídia optou-se por utilizar o Adobe Flash considerando as potencialidades deste *software* na construção de ferramentas dinâmicas, visualmente agradáveis, com um elevado nível de interatividade e capazes de proporcionar aprendizagens profundas e significativas (Rosário & Polydoro, 2012). O acesso à plataforma e a todos os seus recursos é gratuito, no entanto, esta foi alojada num servidor não gratuito e os principais recursos utilizados na conceção das ferramentas aí presentes foram:

- Adobe Dreamweaver CS6, desenvolvimento de páginas *Web*;
- Adobe Flash CS6, desenvolvimento de aplicações ou páginas *Web*;
- Adobe FireWorks CS6, tratamento de imagens;
- Adobe Photoshop CS6, tratamento de imagens;
- PHP e MYSQL, conexão *flash* servidor e base de dados.

No desenho, desenvolvimento e construção da aplicação hipermídia direccionou-se o processo de ensino aprendizagem para construção de significados e que atribua maior importância ao conhecimento prévio na construção de novas aprendizagens (Rosário et al., 2008). Com uma forte presença, a interatividade desempenha um papel fundamental e preponderante para o desenvolvimento de um ambiente de aprendizagem proativo (Rosário et al., 2013) que contribui para motivar e envolver o aluno na construção do conhecimento. Nesta aplicação o aluno passa a poder controlar, monitorizar e avaliar o seu processo de aprendizagem.

Este pilar teórico constitui os alicerces desta ferramenta metacognitiva que engloba estratégias de aprendizagem que interlaçam os objetivos curriculares com os processos de autorregulação da aprendizagem. É uma ferramenta que tenta canalizar os conhecimentos do aluno através de atividades cognitivas e metacognitivas estimulantes e exigentes. Um ambiente de aprendizagem “recheado de aplicações e exemplos práticos que incrementa a compreensão dos alunos sobre a importância de utilizar determinadas estratégias ou rotinas processuais autorregulatórias, e promove a qualidade das aprendizagens” (Rosário et al., 2008, p. 121).

Portanto, a aplicação hipermédia utilizada neste estudo, foi desenhada tendo em atenção os objetivos propostos, pelo currículo nacional de Matemática, neste conteúdo do 8.º ano de escolaridade, as especificidades próprias das aplicações hipermédia onde o aluno tem um papel mais ativo e é capaz de controlar o seu percurso de navegação de acordo com os seus objetivos (o aluno tem um papel mais ativo, dinâmico e interativo na sua aprendizagem) e a importância da autorregulação da aprendizagem.

No estudo empírico estiveram envolvidos três grupos, correspondentes aos três níveis da variável independente, intervenção com a aplicação hipermédia: (GE1 e GE2) e um grupo de controlo (GC). No GE1 alunos e professores tinham conhecimento da AHTP e as aulas foram dinamizadas com a sua utilização. No GE2 alunos e professores tinham conhecimento da aplicação hipermédia, no entanto, a lecionação do conteúdo programático do TP decorreu sem recurso à AHTP. No grupo de controlo GC alunos e professores não tinham conhecimento da aplicação hipermédia e a sua lecionação seguiu um método sem recurso à tecnologia.

Assim, a investigação realizada pretende analisar em que medida a dinâmica educacional e autorregulatória promovida por este tipo de aplicação hipermédia pode contribuir para melhorar o desempenho na disciplina de Matemática quando comparado com um ensino sem recurso à tecnologia. Neste estudo foram definidas as seguintes hipóteses:

H1: No final da unidade do TP esperamos que o GE1 obtenha uma melhoria da aprendizagem no conhecimento dos conteúdos relativos ao Teorema de Pitágoras, face ao GE2 e ao GC.

H2: No final da unidade do TP esperamos que o GE1 obtenha uma melhoria na autorregulação da aprendizagem, face ao GE2 e ao GC.

H3: No final da unidade do TP esperamos que o GE1 tenha visto aumentada a autoeficácia em Matemática, face ao GE2 e ao GC.

H4: No final da unidade do TP esperamos que o GE2 obtenha uma melhoria da aprendizagem no conhecimento dos conteúdos relativos ao Teorema de Pitágoras, face ao GC.

H5: No final da unidade do TP esperamos que o GE2 obtenha uma melhoria na autorregulação da aprendizagem, face ao GC.

H6: No final da unidade do TP esperamos que o GE2 tenha visto aumentada a autoeficácia em Matemática, face ao GC.

3.2. Método

O presente estudo tem como objetivo principal a avaliação da eficácia da ferramenta hipermédia para melhorar as competências de autorregulação dos alunos e o seu rendimento em Matemática. Neste sentido, foi seguido um modelo quasi-experimental, com avaliação pre-post em três grupos. A alocação das turmas a cada um dos grupos foi aleatória. No primeiro grupo, GE1, os alunos aprenderam os conteúdos de uma unidade curricular (Teorema de Pitágoras, TP) utilizando a aplicação hipermédia e o seu guião autorregulatório como suporte para as aprendizagens. No GE2 os alunos foram informados pelos professores da existência da aplicação, mas não a utilizaram na sala de aula como recurso para as aprendizagens e no terceiro grupo GC, os alunos não foram informados da existência da aplicação. O estudo decorreu no 8.º ano, pois o conteúdo curricular em análise (TP) tem o seu início e fim neste ano letivo. É, pois, possível mapear os conhecimentos prévios dos alunos que facilitam a aprendizagem do conteúdo, antes da aprendizagem específica e, no final desta.

3.3. Participantes

Foram contactadas 50 escolas públicas do ensino básico e secundário da Zona Norte do país pela equipa de investigação. Responderam positivamente 30 escolas da Zona de Braga. Os professores de Matemática do 8.º ano de escolaridade foram convidados a participar na investigação. Todos os professores que acederam participar foram convidados a frequentar uma ação de formação que decorreu no Centro de Formação em Braga.

No total estiveram envolvidas 120 turmas, 80 das quais distribuídas pelos grupos experimentais 1 e 2 (40 turmas em cada) e as restantes 40 turmas no grupo de controlo. Participaram no estudo 2862 alunos do 8.º ano de escolaridade (ver Tabela 6) e 62 professores.

Tabela 6. Distribuição dos participantes por grupo de investigação e por sexo

Grupo/Sexo	Rapazes	Raparigas	Total
Experimental (GE1)	482	532	1014
Experimental (GE2)	439	478	917
Controlo (GC)	435	496	931
Total	1356	1506	2862

A idade dos alunos variou entre os 12 e os 15 anos de idade, sendo de salientar que 92% se situavam na faixa etária dos 13 aos 14 anos de idade, a que normalmente corresponde o 8.º ano de escolaridade. A distribuição dos participantes por sexo é equilibrada, uma vez que aproximadamente 47% eram do sexo masculino e aproximadamente 53% do sexo feminino.

3.4. Procedimento

3.4.1. Descrição geral da estrutura da aplicação hipermédia

A primeira fase do projeto foi dedicada à construção da aplicação hipermédia do Teorema de Pitágoras (AHTP). Na sua construção foram considerados aspetos relacionados com a estrutura, a *interface*, os elementos de navegação, a inclusão de um tutor digital, o fornecimento de ajudas, a promoção da autorregulação da aprendizagem e, não menos importante, os conteúdos de Matemática a incluir bem como a sua própria organização dentro da aplicação. A estrutura e a organização da informação baseou-se nas orientações metodológicas do ensino da Matemática, em particular, nos objetivos didáticos específicos da unidade do Teorema de Pitágoras. A estrutura da aplicação e os conteúdos disponibilizados foi validada por especialistas da área do conhecimento da Matemática da Universidade de Coimbra e teve em atenção os conhecimentos e capacidades cognitivas dos alunos do 8.º ano de escolaridade e a importância da autorregulação da aprendizagem. Ainda nesta fase foram selecionadas centenas de tarefas, incluindo tarefas de exames nacionais e internacionais (e.g., Finlândia, Inglaterra, Austrália, Canadá, Espanha) a serem incluídas numa base de dados e que são acessíveis através da aplicação hipermédia, nomeadamente na realização de testes de conhecimentos (em determinados pontos da aplicação é sugerido ao utilizador a realização de um teste para avaliar o seu desempenho e que é determinante para o orientar no seu percurso) ou na realização de tarefas de exame (acessível na aplicação através de um botão específico).

No desenho da *interface* (*layout* da aplicação e a forma como a aplicação responde à atividade do utilizador) e tendo em consideração as especificidades das aplicações hipermédia procurámos construir uma *interface* agradável, coerente, amigável, com liberdade de ação entre os vários nós da aplicação, que privilegia a diversidade de estratégias no sentido de desenvolver competências cognitivas e metacognitivas do aluno e com uma visão construtivista em que o aluno constrói o seu próprio conhecimento (Rosário et al., 2008).

No desenho da *interface* potenciou-se a interação entre o aluno e a aplicação acentuando-se os momentos de *feedback* e privilegiando os momentos de monitorização, de controlo e de regulação da aprendizagem (Rosário et al., 2013) com todas as tarefas apoiadas por um tutor digital que se adapta ao desempenho do aluno e com possibilidade de o aluno pedir ajuda para conseguir resolver as tarefas com sucesso. Assim, incorporou-se na aplicação um tutor digital, um *skillómetro*, a possibilidade de pedir ajuda na resolução das tarefas, o *feedback* adaptado às

especificidades das interações do aluno com a aplicação e uma bateria de testes que permitem ao aluno aferir das suas competências e regular as suas aprendizagens. Durante construção da AHTP foram efetuadas várias alterações decorrentes da opinião de especialistas nacionais e internacionais de diferentes áreas do conhecimento (e.g., tecnologia, Matemática, educação, psicologia) que acompanharam a sua construção. Assim, a AHTP explicada com detalhe nas páginas seguintes, contém as alterações decorrentes da opinião dos vários especialistas referidos, ao longo da construção da aplicação.

3.4.2. Descrição da AHTP

A AHTP faz parte de um projeto de investigação, o *Hypatiamat* (disponível em <http://www.hypatiamat.com> – ver Figura 5) que pretende mapear as condições de (in)sucesso na disciplina de Matemática e contribuir para a promoção do sucesso escolar dos alunos do Ensino Básico. Sabemos que a promoção do sucesso na Matemática e a utilização corrente das TIC na sala de aula são dois grandes desafios que a educação enfrenta na atualidade. Assim, a criação e disponibilização de aplicações hipermédia que incorporem os objetivos definidos pelo currículo, que possibilitem aos alunos um papel mais ativo, dinâmico e interativo na sua aprendizagem e que contribuam para o aluno autorregular a sua aprendizagem, são um contributo para tentar melhorar o desempenho dos alunos na disciplina de Matemática.

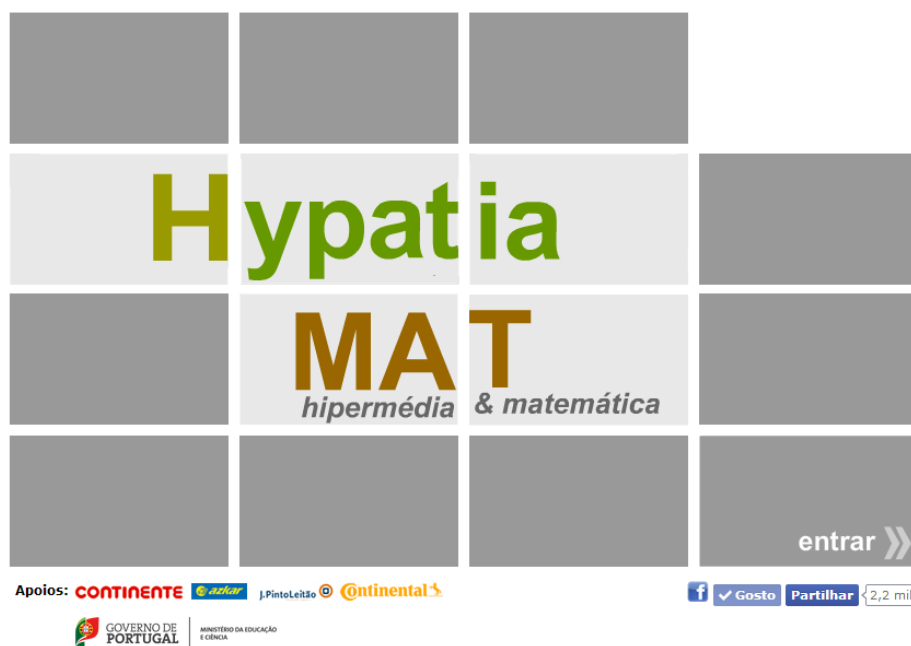


Figura 5. Página principal do Hypatiamat

3.4.2.1. A estrutura

A definição da estrutura é uma fase crucial e fundamental no desenho de uma aplicação hipermédia, contribuindo em muito para o seu sucesso. A estrutura, segundo Carvalho (2005) vai condicionar a liberdade de navegação do utilizador e é nesta que se definem as “relações entre o utilizador e a informação” (Figueiredo, 2004, p. 31). Deve-se escolher uma estrutura que facilite as tarefas dos utilizadores.

Na AHTP utilizou-se uma estrutura híbrida pois o utilizador poderá, por exemplo, ter acesso a percursos lineares, em árvore e até em rede (ver Figura 6).

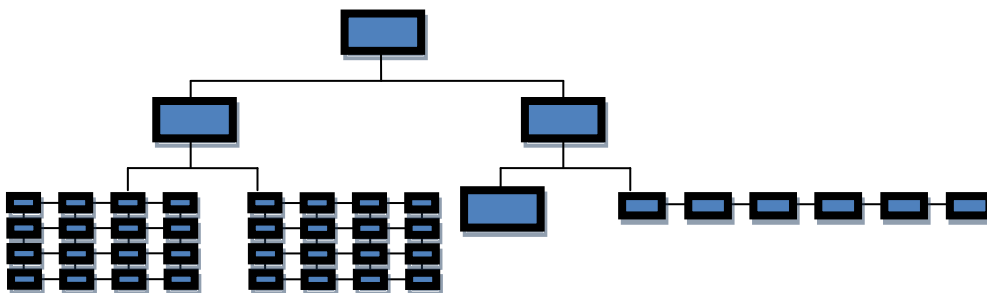


Figura 6. Estrutura híbrida.

Na estrutura linear ou sequencial (ver Figura 7) as páginas estão organizadas de forma sequencial e é vulgarmente utilizada quando o utilizador tem de completar uma tarefa, ou escrever/analisar uma história. As sequências devem ser, sempre que possível, curtas.

O tipo de estrutura mais comum é a hierárquica ou em árvore (ver Figura 8). Esta permite uma navegação relativamente rápida entre os vários nós da aplicação e permite uma expansão da informação de uma forma relativamente simples. Na estrutura em rede (ver Figura 9) os nós estão interligados.



Figura 7. Estrutura linear

A aplicação do TP contém também uma secção destinada à resolução de tarefas de exames nacionais e internacionais (de uma base de dados com mais de 200 questões relacionadas com o TP). Durante a aplicação é possível saltar de nó em nó, de forma sequencial ou arbitrária, e no final de alguns subtemas realizar um teste de conhecimentos dos conteúdos apresentados até então e cujo resultado orientará o aluno na sua aprendizagem.

3.4.2.2. A navegação

A WWW é um sistema de informação onde as interações são realizadas essencialmente por ligações de hipertexto (Nielsen, 2000). Quando navegamos, seja num *site* ou numa aplicação hipermédia desenhada para a *web*, queremos chegar ao nosso “destino” o mais rapidamente possível, da forma mais eficiente e sem nunca nos perdermos.

O esquema de navegação deve ser coerente e consistente, ou seja, o mesmo texto, a mesma cor e sempre no mesmo sítio (Krug, 2006; Nielsen, 2000; Powell, 2002). Na AHTP o esquema de navegação (ver Figura 11) é coerente e consistente, ou seja, o logótipo está sempre no canto superior esquerdo e com ligação para o *Hypatiamat*, os botões de navegação encontram-se sempre no mesmo lugar, o aluno tem acesso a um índice e sabe sempre onde está. Ao manter esta disposição ao longo de toda a AHTP contribui-se para que os utilizadores não se sintam perdidos e se familiarizem com a aplicação, caso contrário a possibilidade de estes se sentirem desconfortáveis e desorientados é elevada.

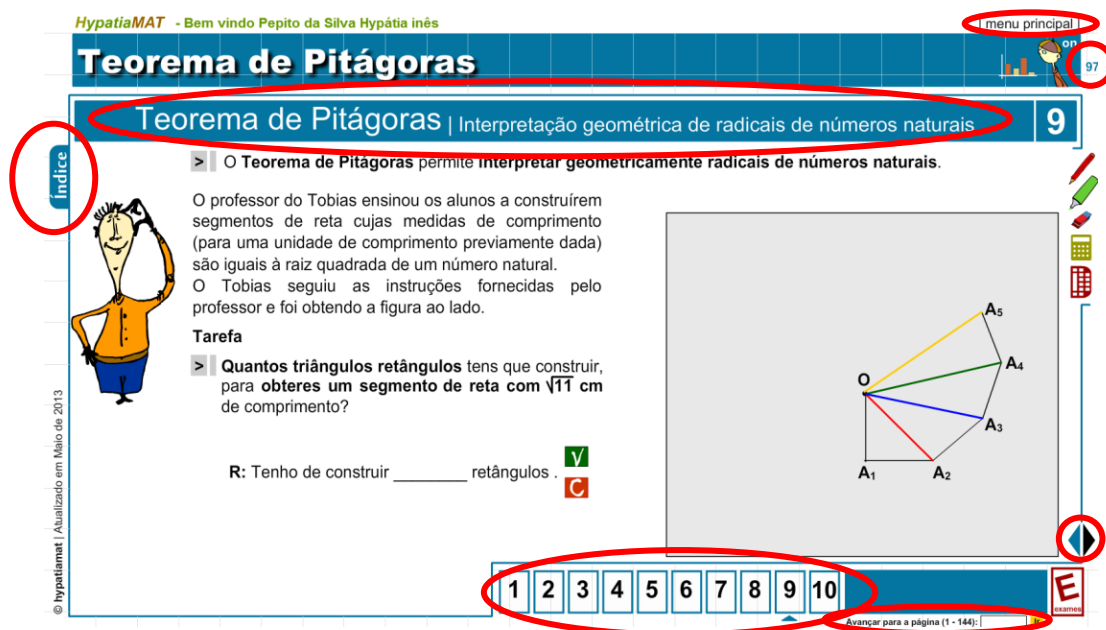


Figura 11. Elementos de navegação da aplicação do TP

3.4.2.3. A interface

Segundo Barker (1996), a interface realiza a comunicação entre a aplicação e o utilizador (aluno/professor) e esta tem um papel muito importante porque é através dela que o utilizador se interessa ou desinteressa pelas páginas/frames que visita. Preece et al. (1994) refere que o utilizador compreende rapidamente a interação quando a interface é bem concebida, ou seja, quando a interface é consistente, simples, intuitiva e funcional.

Segundo Head (1999), a *interface* está relacionada com o modo como uma fonte de recursos comunica com os utilizadores através do seu *design*, ou seja, a *interface* é a parte visível do sistema.

Nos dias de hoje a interface é uma das primeiras coisas que é discutida no momento da criação de uma aplicação ou página *Web*. Para Hix e Hartson (1993, p. 1), “para os utilizadores a interface é o sistema”. Portanto, a *interface* deve ser agradável e consistente entre as diferentes páginas, permitindo que o utilizador navegue facilmente e não se desoriente.

Davis e Merritt (1998) referem que o “truque” para escolher tecnologias, elementos de navegação e técnicas gráficas é perguntar-se continuamente de que forma as nossas opções atingem o principal objetivo da comunicação. Ou seja, uma *interface* deve comunicar com clareza, ser consistente em termos visuais, conceptuais e mecânicos, tirar partido dos contrastes, evitar a confusão e a desordem, proporcionar o equilíbrio e aplicar os princípios do cinema: início para envolver, o meio para apresentar o conteúdo e, no final, os utilizadores devem partir com vontade de voltar.

Na construção de uma *interface* gráfica confluem um conjunto de elementos objetivos e subjetivos que visam induzir no utilizador uma determinada perceção. Neste processo, porém, os vários elementos da *interface* apresentam-se como um todo, que tem no *pixel* a sua unidade material, constitutiva e objetiva. Por sua vez, se abordarmos a estética e a semiótica da *interface*, ou seja, as diferentes formas de organização perceptiva e as diversas significações que estas adquirem em cada indivíduo, já estaremos a lidar com elementos mais subjetivos.

Na AHTP optou-se por utilizar uma largura de 1024 pixéis. Esta escolha foi baseada na resolução da maioria dos monitores vendidos e utilizados na atualidade, que é de 1280 pixéis de largura. A mancha gráfica da AHTP, com os principais elementos da aplicação, é a apresentada na Figura 12.

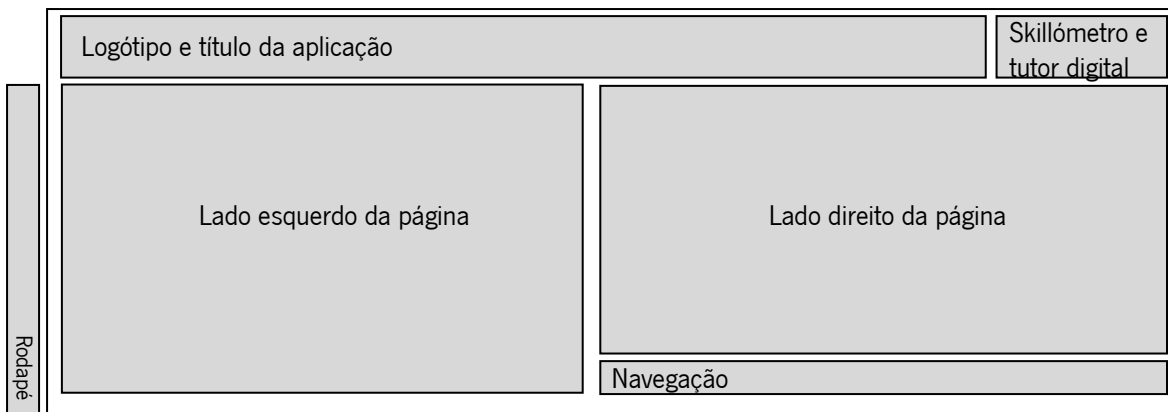


Figura 12. Mancha gráfica da aplicação do TP

3.4.2.4. A aplicação do TP

De seguida, vamos explorar em pormenor a AHTP. Assim, para aceder à aplicação, o aluno terá de colocar, na página inicial e depois de ter realizado a sua inscrição na plataforma, o seu nome de utilizador e a sua palavra-chave (ver Figura 13).

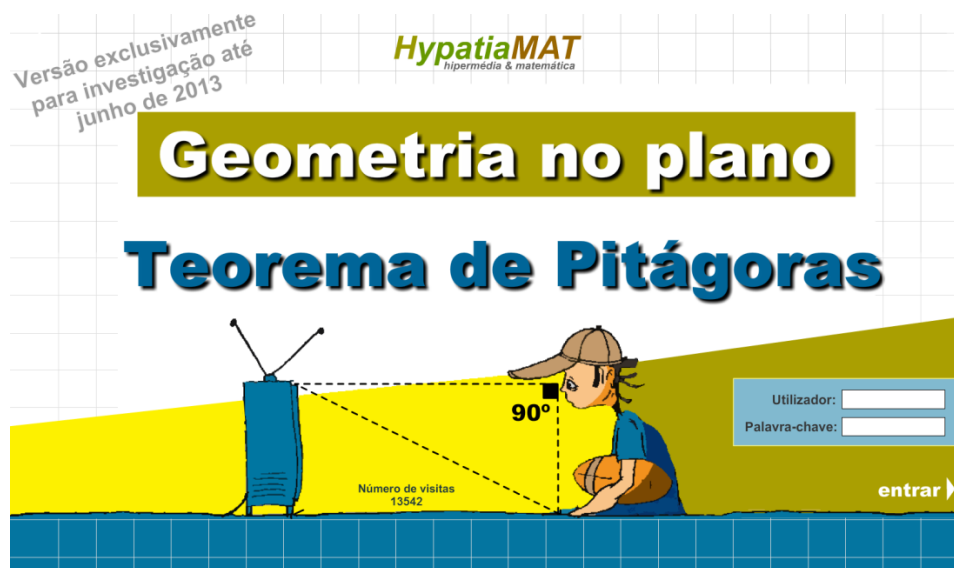


Figura 13. Página inicial da aplicação do TP

Com o registo na plataforma todos os alunos ficam de imediato associados aos seus respetivos professores para que estes últimos possam monitorizar o trabalho realizado pelos seus alunos. A este respeito convém referir que na plataforma (Hypatiamat) os professores e os alunos têm acesso ao seu próprio espaço (na aplicação chama-se “escritório”) (ver Figura 14).



Figura 14. Páginas de acesso ao escritório do aluno/professor

No escritório os alunos (ver Figura 15) podem acompanhar e monitorizar o seu desempenho e realizar os trabalhos de casa propostos pelo seu professor. No escritório do professor, os professores acompanham e monitorizam o trabalho dos seus alunos e podem marcar os trabalhos de casa para os seus alunos.

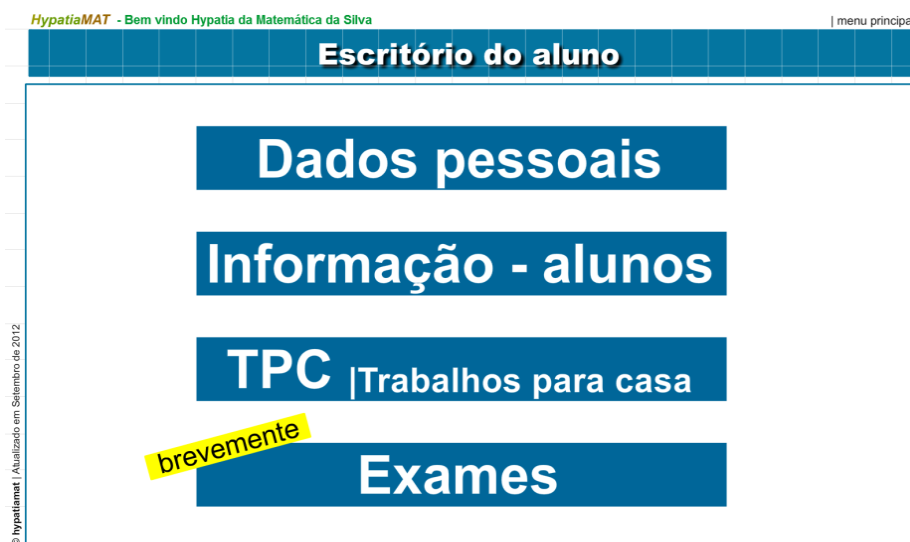


Figura 15. Escritório do aluno

Portanto, depois de introduzido o nome de utilizador e a respetiva palavra-chave o aluno entra na aplicação do TP (ver Figura 16). Nesta primeira página da aplicação hipermédia podemos identificar alguns dos elementos que acompanharão os alunos ao longo do seu percurso de aprendizagem e que são comuns a todas as páginas da aplicação.

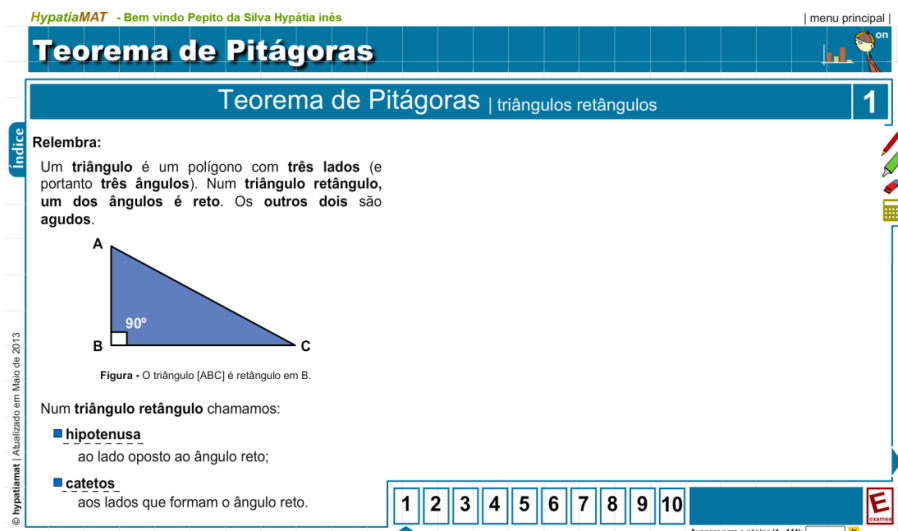


Figura 16. Primeira página da aplicação do TP

Assim, na parte inferior da página temos acesso aos diferentes sub-conteúdos do TP (ver Figura 17) e aos exames nacionais e internacionais, assinalado na figura com um “E”. Temos também a liberdade de avançar para qualquer das 144 páginas da aplicação, colocando o número da página que o utilizador pretende, sendo assim evidente a possibilidade de o aluno assumir o controlo da sua aprendizagem.

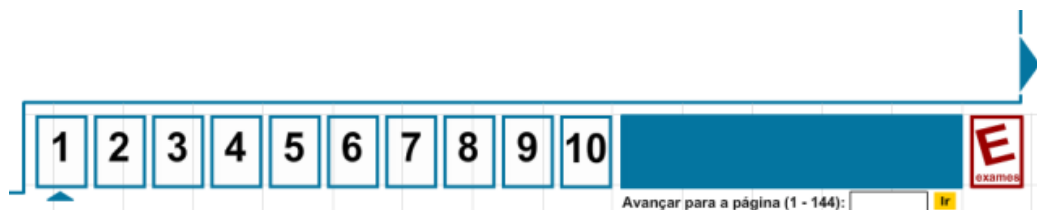


Figura 17. Botões de navegação

Cada página pode ser constituída por várias *frames* (conjunto de informação individual que formam uma página) que podem ser percorridas utilizando as setas que se encontram no canto inferior direito da aplicação que permitem, de uma forma sequencial, avançar ou recuar na aplicação. No canto superior direito encontramos um conjunto de recursos (ver Figura 18) úteis para o professor, o lápis, o marcador e o apagador, que permitem em contexto de sala de aula assinalar, sublinhar ou anotar sem necessidade de recorrer a *software* específico (nos quadros interativos (QI), estas ferramentas permitem tirar partido do próprio potencial do QI sem ter de recorrer especificamente ao seu software). Os alunos têm, também, acesso a uma calculadora sempre que necessitarem.



Figura 18. Conjunto de recursos disponíveis em todas as páginas da aplicação do TP

No canto superior direito (ver Figura 19) o utilizador tem acesso ao avatar (tutor digital) e ao *skillómetro*.



Figura 19. Avatar e *skillómetro*

O tutor digital, quando ligado, acompanha o aluno ao longo da sua aprendizagem, com *feedback* apropriado a cada situação e ajudando-o a completar as tarefas com sucesso. O *skillómetro* apresenta, com base na informação recolhida ao longo das suas presenças na aplicação, o trabalho realizado pelo aluno e indica-lhe caminhos para que este consiga resolver as tarefas com sucesso e ultrapasse as suas eventuais dificuldades. Por conseguinte, a aplicação vai recolhendo e gravando numa base de dados todo o trabalho realizado pelo aluno. A informação apresentada pelo *skillómetro* (ver Figura 20) é a seguinte:

- Número de tarefas realizadas corretamente;
- Número de tarefas realizadas no total;
- Número de testes de conhecimentos realizados;
- Média dos testes de conhecimentos realizados;
- Desempenho obtido em cada uma das 5 competências definidas.

Assim, todo o trabalho realizado pelo aluno na aplicação é recolhido pelo *skillómetro* e enquadrado nas competências definidas para o TP (ver Tabela 7).

Tabela 7. Competências incluídas no *skillómetro*

Competências
Determinar o(s) lado(s) desconhecido de um triângulo retângulo
Aplicar o TP no cálculo de áreas e perímetros
Aplicar o Recíproco do TP e reconhecer Ternos Pitagóricos
Resolver problemas tridimensionais
Resolver problemas envolvendo o TP e semelhança de triângulos

Podemos, também, verificar que no *skillómetro*, o tutor digital responsivo ao desempenho do aluno, orienta na tomada de decisões que possam contribuir para o seu sucesso académico (ver Figura 20) através da identificação dos conteúdos onde o aluno revela dificuldades.

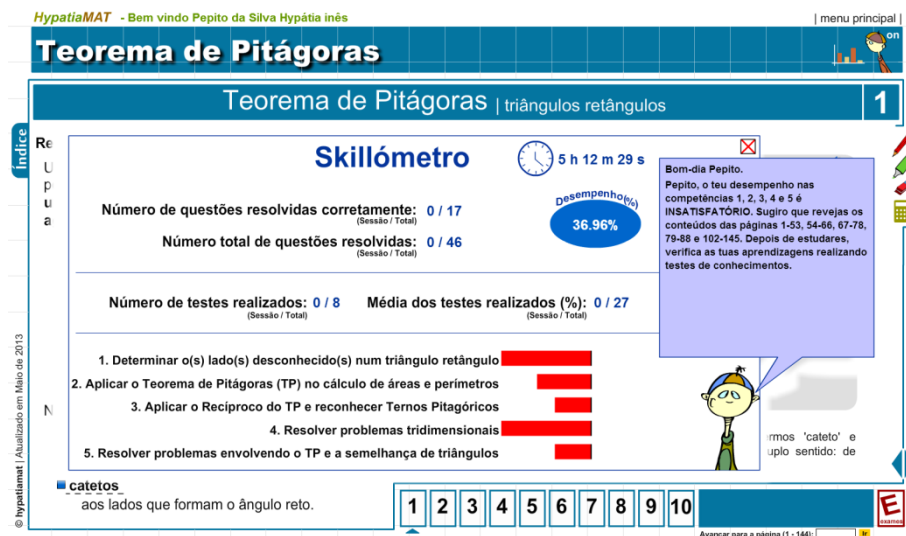


Figura 20. Informações apresentadas pelo *skillómetro*

Para exemplificar a participação do tutor digital e as implicações no *skillómetro* vamos começar por abordar a resolução de tarefas na AHTP. A maioria das tarefas apresenta alguns dos elementos/símbolos que passo a descrever:



Ao clicar neste botão uma tarefa semelhante mas com dados diferentes será gerada pela aplicação;



Ao clicar neste botão o aluno pode verificar se o seu resultado está correto;

C Ao clicar neste botão o aluno pode corrigir a tarefa.

Na resolução de uma tarefa, por exemplo a apresentada na Figura 21, o aluno pode apresentar os seguintes comportamentos:

- Comportamento 1: Verifica sem responder;
- Comportamento 2: Corrige sem verificar;
- Comportamento 3: Responde, verifica mas está errada a resposta;
- Comportamento 4: Responde, verifica e está certa a resposta.

HypatiaMAT - Bem vindo Pepito da Silva Hypátia inês | menu principal | on

Teorema de Pitágoras

Teorema de Pitágoras | algumas aplicações do Teorema 4

Tarefa
 O porquinho Nico (que não sabe saltar nem consegue passar entre as estacas) está preso a uma estaca por uma corda. As estacas, da vedação, colocadas na vertical são igualmente espaçadas. A distância entre duas estacas consecutivas é **90 cm**. Qual o comprimento mínimo, em metros, que a corda deve ter para que o porco Nico possa comer as maçãs (colocadas na última estaca da vedação)?

R: O comprimento mínimo, após arredondamentos, é _____ metros.

Nota: Em todos os passos, arredonda às centésimas.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Avançar para a página (1 - 144):

Figura 21. Exemplo de uma tarefa da aplicação do TP

Para cada um destes comportamentos o tutor digital adequa o seu *feedback* e oferece, se necessário, ajuda ao aluno. Por exemplo, vamos supor que na resolução da tarefa da Figura 21 o aluno corrige de imediato a resposta sem sequer ter tentado responder (revelando um comportamento errático para quem quer aprender). O tutor digital verifica que o aluno não quer, ou não consegue, responder e pergunta-lhe se este necessita de ajuda (ver Figura 22).

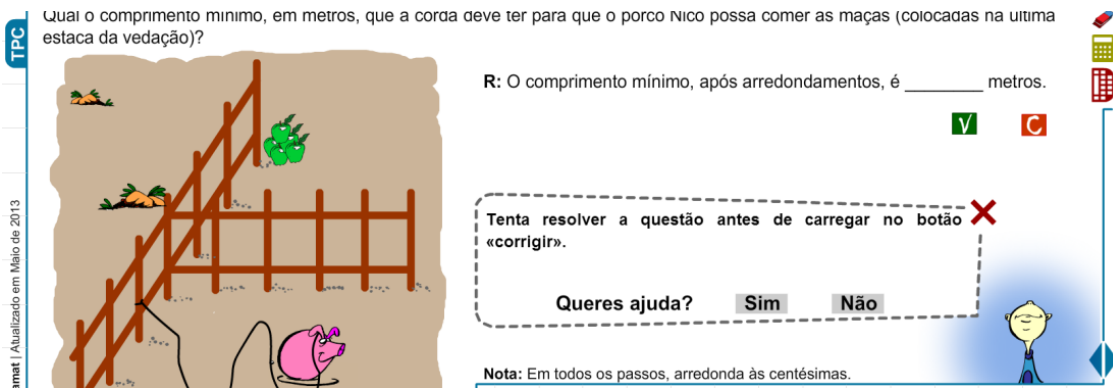


Figura 22. Tutor digital a oferecer ajuda ao aluno

Se o aluno recusar a ajuda oferecida pelo tutor pode voltar a carregar no botão corrigir e a solução e a proposta de resolução serão apresentadas (ver Figura 23). No entanto, como não seria o comportamento mais correto para quem quer aprender o aluno é convidado a refletir, a pensar, a raciocinar melhor antes de aceder à solução e consequente proposta de resolução. Salienta-se que todas as tarefas da AHTP são acompanhadas das respetivas propostas de resolução.

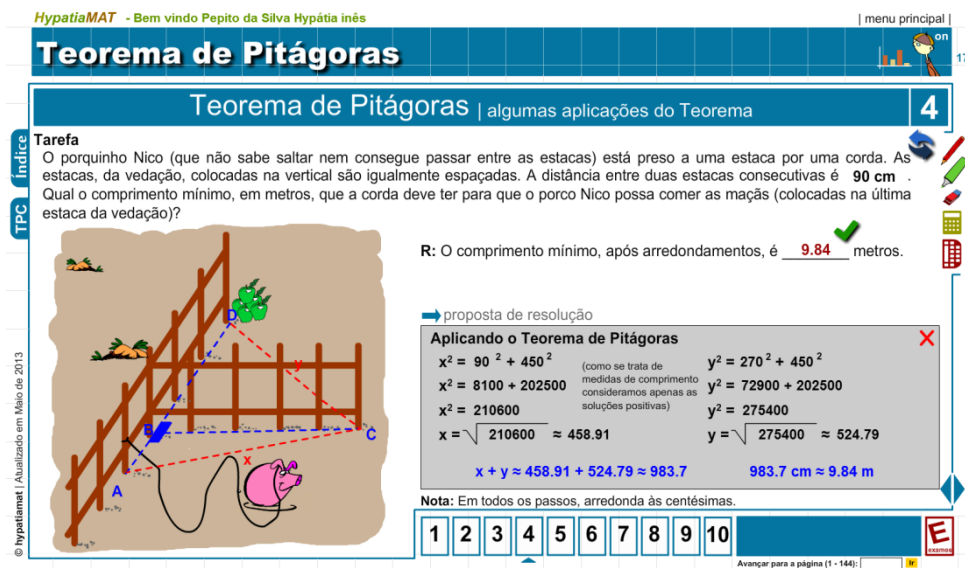


Figura 23. Solução e proposta de resolução de uma tarefa

Caso contrário, o tutor digital convida o aluno a identificar a dificuldade que o aluno está a sentir na resolução daquela tarefa (ver Figura 24). As quatro dificuldades elegíveis apresentadas pelo tutor digital são:

- Não entendi o enunciado;

- Não entendo o que é pedido nesta tarefa ou quais são os dados;
- Não consigo encontrar uma estratégia para realizar a tarefa;
- Realizei a tarefa, mas devo ter cometido algum erro.

The screenshot shows a digital tutor interface for the Pythagorean Theorem. At the top, it says 'HypatiaMAT - Bem vindo Pepito da Silva Hypátia inês' and 'Teorema de Pitágoras'. Below this, the title 'Teorema de Pitágoras | algumas aplicações do Teorema' is displayed. The main content area contains a task description: 'Tarefa O porquinho Nico (que não sabe saltar nem consegue passar entre as estacas) está preso a uma estaca por uma corda. As estacas, da estaca da v' (partially visible). To the right of the task, there is a difficulty selection menu with the question 'Que dificuldade estás a sentir na resolução da tarefa?' and four options: 'Não entendi o enunciado.', 'Não entendo o que é pedido nesta tarefa ou quais são os dados.', 'Não consigo encontrar uma estratégia para realizar a tarefa.', and 'Realizei a tarefa, mas devo ter cometido algum erro.'. The second option is selected. Below the menu is an 'Avançar»»' button. At the bottom, there is a progress indicator with numbers 1 through 10, where the number 4 is highlighted. A note below the progress indicator says 'Nota: Em todos os passos, arredonda às centésimas.' The interface also includes a sidebar with 'TPC' and 'Índice' buttons, and a top right corner with 'menu principal' and 'on'.

Figura 24. Quadro com as dificuldades elegíveis

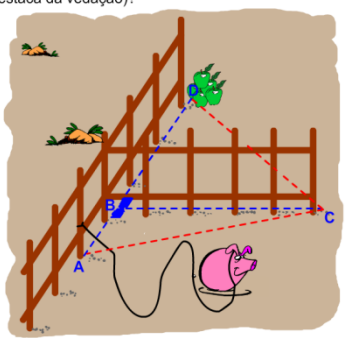
Para cada tarefa da aplicação o tutor digital fornece ajuda adaptada à especificidade da própria tarefa. Na tarefa sugerida na Figura 21, e considerando que a dificuldade identificada pelo aluno é, por exemplo, não conseguir encontrar uma estratégia para realizar a tarefa, o tutor digital fornece ajuda específica a partir da própria tarefa (ver Figura 25). A ajuda fornecida orienta o aluno na resolução da tarefa fornecendo-lhe pistas que o levem à resolução da tarefa com sucesso. Na Figura 25, podemos também observar três pistas adicionais (texto sombreado a cor azul clara), para além da própria ajuda contida na dificuldade identificada. Quando o aluno clica numa dessas pistas adicionais é-lhe sugerido, por texto, imagem ou esquemas, conceitos ou dicas que o levem a resolver a tarefa com sucesso.

HypatiaMAT - Bem vindo Pepito da Silva Hypátia inês | menu principal | on

Teorema de Pitágoras

Teorema de Pitágoras | algumas aplicações do Teorema 4

Tarefa
 O porquinho Nico (que não sabe saltar nem consegue passar entre as estacas) está preso a uma estaca por uma corda. As estacas, da vedação, colocadas na vertical são igualmente espaçadas. A distância entre duas estacas consecutivas é **70 cm**. Qual o comprimento mínimo, em metros, que a corda deve ter para que o porco Nico possa comer as maçãs (colocadas na última estaca da vedação)?



R: O comprimento mínimo, após arredondamentos, é _____ metros.

V C

Para determinar o comprimento mínimo da corda tens de calcular as hipotenusas dos triângulos [ABC] e [BCD] aplicando-lhes o **Teorema de Pitágoras**. Para determinar as hipotenusas referidas tens, em primeiro lugar, de determinar as **medidas dos catetos**. Repara que as **estacas estão igualmente espaçadas** e a distância, em cm, entre duas estacas é conhecida.

Nota: Em todos os passos, arredonda às centésimas.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Avançar para a página (1 - 144) | E

Figura 25. Ajuda adaptada à especificidade da própria tarefa

Todas as ajudas têm em atenção a especificidade da tarefa e da sua resolução. Neste sentido, o tutor digital fornece *feedback* adequado às interações realizada pelo aluno com a AHTP tendo em atenção essa especificidade.

Como já foi referido, as interações realizadas pelo aluno são captadas para o *skillómetro* (ver Figura 20) que, quando solicitado, fornece informação adequada sobre o desempenho do aluno e orienta-o (ver Figura 26), tanto para o sucesso na realização das tarefas, como para a aquisição de competências.

Bom-dia Pepito.
 Pepito, o teu desempenho nas competências 1, 2, 3, 4 e 5 é **INSATISFATÓRIO**. Sugiro que revejas os conteúdos das páginas 1-53, 54-66, 67-78, 79-88 e 102-145. Depois de estudares, verifica as tuas aprendizagens realizando testes de conhecimentos.

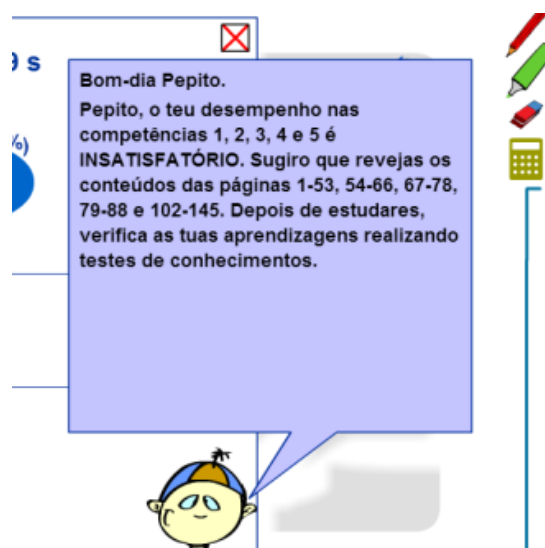


Figura 26. Orientação do tutor digital mediante o desempenho do aluno

Portanto, o tutor digital está sempre presente e atento às interações do aluno com a aplicação. Aliás, o tutor digital está sempre presente e intervém quando considera oportuno. Por exemplo, o tutor digital intervém sempre que o aluno recorre sistematicamente à correção das tarefas sem demonstrar qualquer esforço cognitivo (ver Figura 27).

HypatiaMAT - Bem vindo Pepito da Silva Hypátia inês | menu principal | on 37

Teorema de Pitágoras

algumas aplicações do Teorema **4**

Tarefa
 No plano cartesiano, foram marcados os pontos **A**(5 , -3) e **B**(-2 , 0). Determina a distância, aproximada por defeito a menos de 0.01, entre os pontos **A** e **B**.

R: A distância entre os pontos **A** e **B**, aproximada por defeito a menos de 0.01, é igual a 7.61 cm ✓

→ proposta de resolução

É a 3ª vez que recorres ao botão «corrigir» sem tentares resolver a questão por ti próprio. Pensa nas razões que podem explicar este teu comportamento para o corrigires. Não é possível aprender sem trabalho e esforço. ✗

© hypatiamat | Atualizado em Maio de 2013

Avançar para a página (1 - 144) | 38

Figura 27. Intervenção do tutor digital quando o aluno corrige sistematicamente as tarefas

Durante a aprendizagem do TP e, em alguns pontos específicos da aplicação (sempre que aparecer o símbolo da Figura 28), o aluno pode realizar testes de conhecimentos (ver Figura 29) que funcionam como uma espécie de barómetro avaliativo para o aluno.



Figura 28. Símbolo para realizar testes de conhecimentos

Estes, quando realizados, indicam se o aluno tem condições para prosseguir as aprendizagens do TP ou, se pelo contrário, deve rever os conteúdos anteriores e realizar novamente o teste de conhecimentos.

HypatiaMAT - Bem vindo Pepito da Silva Hypátia inês | menu principal

Teste de conhecimentos

Questão 4 / 5

O triângulo [AFD] é retângulo?

A Sim

B Não

0 3

Figura

- [ABCD] um retângulo
- $\overline{AB} = 6$ cm
- F é um ponto de [BC]
- $\overline{BC} = 15$ cm e $\overline{BF} = 7$ cm

Figura 29. Teste de conhecimentos

Essa informação é transmitida ao aluno no final da realização do teste de conhecimentos. O tutor digital aconselha o aluno a tomar uma decisão (ver Figura 30).

HypatiaMAT - Bem vindo Pepito da Silva Hypátia inês | menu principal

Teste de conhecimentos

RESULTADO FINAL

Respostas certas: 2

Respostas erradas: 3

Pontuação: 40%

Novo teste

O teu desempenho é pouco satisfatório. Deves refletir sobre este resultado. Tenta entender as razões que o justificam e, conseqüentemente, melhora o teu comportamento de estudo. Sugiro que revejas os conteúdos trabalhados e realizes um novo mini-teste.

Figura 30. Exemplo da intervenção do tutor digital no final da realização de um teste de conhecimentos

O aluno tem também acesso a um conjunto de tarefas de exames nacionais e internacionais (ver Figura 31) disponíveis na aplicação do TP pelo clique do botão que se encontra no canto inferior direito.

HypatiaMAT - Bem vindo Pepito da Silva Hypátia inês | menu principal

Teorema de Pitágoras - Exames

Questão 1 / 33

Na figura estão representados dois círculos, sendo **A** um ponto comum às circunferências que os limitam. O centro do círculo com maior área é o ponto **B** e o comprimento dos seus raios é igual a 6 cm. **[BC]** é o diâmetro do círculo com menor área e o comprimento dos seus raios é igual a 5 cm. **Qual é o comprimento de [AC], em centímetros?**

Adaptado do Mathematics test (UK) - 2005 - Key Stage 3 - Tier 6-8 - P2

R: cm Verificar

A figura não está à escala

Figura

© hypatiemat / Atualizado em Outubro de 2012

Figura 31. Exames nacionais e internacionais

Como já referido anteriormente, a aplicação sofreu vários melhoramentos ao longo do ano que antecedeu a implementação da investigação. Os principais ajustes ocorreram durante a fase de construção da AHTP em resultado das opiniões de especialistas, e outros resultaram dos testes de usabilidade que foram aplicados aos futuros utilizadores da aplicação, ou seja, alunos e professores do 8.º ano de escolaridade.

3.4.3. Testes de usabilidade

Na aplicação de testes de usabilidade, a escolha da amostra é vital para o próprio sucesso dos testes. Portanto, a escolha da amostra teve em atenção que esta tem de ser representativa dos potenciais utilizadores (Carvalho, 2002; Krug, 2006; Nielsen, 1993, 2003; Pearrow, 2007; Preece, 1993; Rubin & Chisnell, 2008) da aplicação hipermédia: alunos e professores do ensino básico. Os utilizadores escolhidos para participarem nos testes foram divididos em 2 grupos. O primeiro grupo era constituído por 5 alunos do 8.º ano, o segundo grupo era constituído por 5 professores que leccionavam o 8.º ano de escolaridade do ensino básico. A selecção dos utilizadores, de ambos os grupos, foi feita aleatoriamente.

Depois de seleccionar os alunos que iriam participar nos testes, de acordo com os perfis mencionados, passámos à execução do plano do estudo com utilizadores (Anexo E) que foi previamente delineado para o efeito. Esse plano contemplou, além de outros pontos, uma grelha de observação (Anexo F).

Durante os testes, o monitor – responsável pelos preparativos e moderador dos testes – cumpriu o plano com rigor e atenção. O papel do monitor foi ouvir e observar atentamente, seguir rigorosamente o que constava do guião e tomar notas registando-as na grelha de observação. Todos os testes foram gravados em áudio para uma posterior análise e constituem um complemento às notas registadas na grelha de observação.

Optámos por utilizar a metodologia “*Teste um observador/um utilizador*”, em que apenas um observador e um utilizador estão presentes em cada sessão. Considerámos que apesar dos riscos que daí poderiam advir (efeito de Hawthorne), esta é a metodologia mais adequada, uma vez que se o observador conseguir fazer com que o utilizador se sinta bastante confortável com a situação e compreenda de que o que está a ser avaliado é o produto e não o indivíduo, o processo desenrola-se com toda a naturalidade.

Os testes decorreram na sala de informática das escolas envolvidas. Procurando seguir as indicações de Carvalho (2002) e Rubin e Chisnell (2008) à medida que cada aluno/professor se apresentava para a realização do teste de usabilidade era cumprimentado de modo a criar um ambiente relaxante. Houve sempre o cuidado de fazer com que o participante se sentisse descontraído, confortável e relaxado. O monitor procurou conversar gastando o tempo necessário para que este permanecesse calmo, explicando que o estava a ser de facto avaliado não era o aluno/professor mas sim a AHTP, solicitando que proferisse em voz alta os seus pensamentos, dúvidas ou dificuldades. Por fim, verificámos se houve uma correcta compreensão do objectivo da sua participação e se não existiam dúvidas ou questões que gostaria de esclarecer antes de começar a sessão propriamente dita.

Como alerta Carvalho (2002, p. 240) “por vezes, antes de proceder aos testes é necessário treinar os utilizadores relativamente a alguns aspectos da interface que não lhes são familiares como termos técnicos...”. Foi pedido que o utilizador explorasse livremente a aplicação hipermédia do AHTP durante três minutos para se familiarizar com a aplicação nomeadamente com alguns dos ícones da AHTP. Alguns dos ícones específicos da AHTP foram, no início da aplicação, explicados ao aluno (ver Figura 32). Na página de entrada são apresentados ao aluno os principais itens de navegação, bem como, de alguns itens específicos da AHTP (e.g., o *skillómetro*).

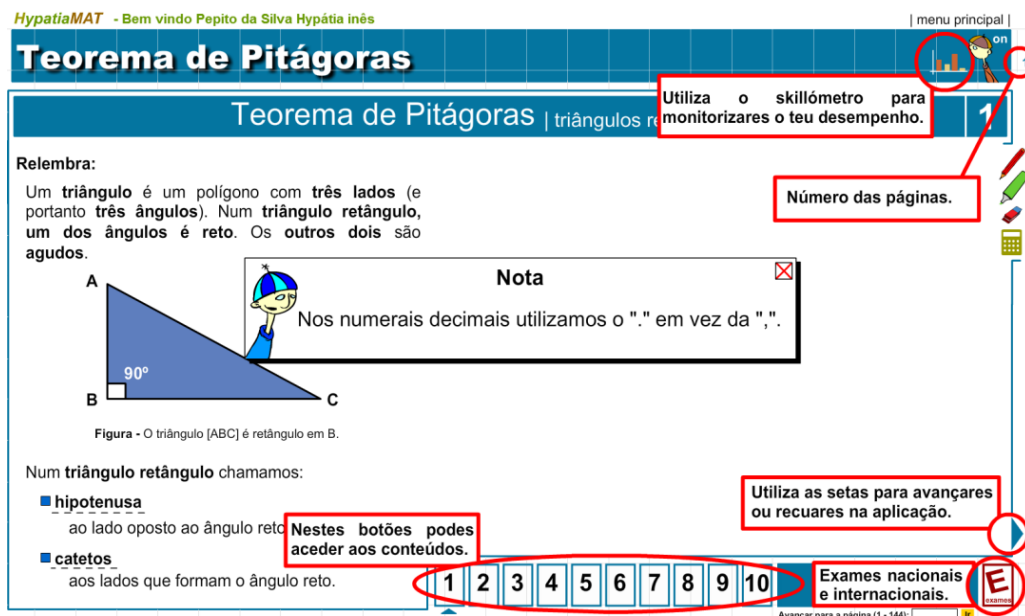


Figura 32. Página da AHTP explicativa de alguns dos seus principais ícones

Durante esses minutos o monitor limitou-se, não só, a sugerir e a incentivar que “carregasse” e explorasse os diversos itens do menu, bem como, a ler a explicação da funcionalidade de alguns ícones específicos de AHTP. Seguidamente, deu-se início ao teste de usabilidade.

As questões foram colocadas oralmente, seguindo o guião de tarefas presente na grelha de observação, onde fomos anotando todas as dificuldades, hesitações, comentários, tempo de resposta e o número de tentativas efetuadas para a realização de cada uma das tarefas. Foram também registados todos os comentários acerca do que gostavam ou não e também do que não entendiam.

No final dos testes e com o objectivo de medir a *satisfação do utilizador*, os alunos/professores preencheram um questionário (Anexo G), tentando verificar se gostaram de navegar na AHTP, tendo em conta, entre outros aspetos, a *interface*, a navegação, o conteúdo e a estrutura.

No final dos testes de usabilidade com os potenciais utilizadores da AHTP agradecemos a participação e entregámos um certificado de participação.

A organização dos resultados dos testes com utilizadores foi efetuada com recurso a uma grelha de observação (anexo F) onde, para cada tarefa, foram anotadas as dificuldades e os comentários dos utilizadores, assim como o tempo de resposta e o número de tentativas efetuadas para obter sucesso na execução das tarefas propostas. Os testes foram efetuados a 5

alunos que frequentavam o 8.º ano de escolaridade e a 5 professores que lecionavam o 8.º ano de escolaridade.

Os cinco utilizadores/alunos vão ser denominados de U01, U02, U03, U04 e U05 e os cinco utilizadores/professores vão ser denominados de P01, P02, P03, P04 e P05.

Os tempos, em segundos, obtidos durante os testes de usabilidade, com utilizadores/alunos e utilizadores/professores são os apresentados na Tabela 8 e na Tabela 9 respetivamente.

Tabela 8. Execução das tarefas realizadas pelos alunos, em segundos

Tarefa	U01	U02	U03	U04	U05	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de dispersão
1. Entrar na AHTP com o nome de utilizador e palavra-chave fornecidos.	24	20	26	30	23	24,6	2,97	12,06%
2. Identificar os principais subtemas da AHTP.	130	122	124	142	130	129,6	7,80	6,02%
3. Manipular o triângulo, pelos seus vértices, da página 4.	26	22	21	25	23	23,4	2,07	8,86%
4. Resolver a tarefa da página 12.	94	96	80	98	82	90	7,75	8,61%
5. Ir até à página 43, não responder, carregar no botão corrigir e solicitar a 1.ª das ajudas existentes ao tutor digital.	52	54	51	58	55	54	2,74	5,07%
6. Aceder ao <i>skillómetro</i> .	14	10	11	12	9	11,2	1,92	17,17%
7. Desligar o tutor digital (o avatar).	9	9	7	7	8	8	1,00	12,50%
8. Resolver um teste de conhecimentos na página 38.	330	370	332	345	329	341,2	17,34	5,08%
9. Na tarefa da página 60 gera três dados diferentes.	21	18	17	20	18	18,8	1,64	8,74%
10. Resolver a 1.ª tarefa dos exames nacionais e/ou internacionais.	272	300	298	308	335	300	22,6	7,53%

Na primeira tarefa, os alunos não demonstraram dificuldade em entrar na aplicação tendo apenas um dos alunos (U03) questionado se o nome de utilizador e a palavra-chave era a

fornecida previamente. Na tarefa 2, alguns alunos identificaram os principais subtemas percorrendo o menu inferior outros acederam diretamente ao índice. Nas tarefas 3, 4, 5, 6, 7, 9 e 10 os alunos resolveram com sucesso o solicitado sem grande dificuldade. Na tarefa 8 alguns alunos questionaram se tinham mesmo de resolver todas as questões, demonstrando uma baixa volição. No entanto, acederam e resolveram as tarefas sem grandes hesitações. Torna-se evidente o clique rápido sem leitura de toda a informação disponibilizada.

Tabela 9. Execução das tarefas realizadas pelos professores, em segundos

Tarefa	P01	P02	P03	P04	P05	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de dispersão
1. Entrar na AHTP com o nome de utilizador e palavra-chave fornecidos.	18	22	24	17	18	19,8	3,03	15,32%
2. Identificar os principais subtemas da AHTP.	105	112	115	98	103	106,6	6,88	6,45%
3. Manipular o triângulo, pelos seus vértices, da página 4.	20	18	16	21	20	19	2,00	10,53%
4. Resolver a tarefa da página 12.	40	42	48	36	42	41,6	4,34	10,42%
5. Ir até à página 43, não responder, carregar no botão corrigir e solicitar a 1.ª das ajudas existentes ao tutor digital.	40	44	38	36	42	40	3,16	7,91%
6. Aceder ao <i>skillómetro</i> .	12	9	14	6	8	9,8	3,19	32,59%
7. Desligar o tutor digital (o avatar).	8	7	8	6	9	7,6	1,14	15,00%
8. Resolver um teste de conhecimentos na página 38.	220	212	214	222	213	216,2	4,49	2,08%
9. Na tarefa da página 60 gera três dados diferentes.	15	16	15	13	15	14,8	1,10	7,40%
10. Resolver a 1.ª tarefa dos exames nacionais e/ou internacionais.	204	202	188	196	190	196	7,07	3,61%

Relativamente aos professores, todos resolveram as tarefas sem grandes hesitações e com alguma facilidade com comentários laterais sempre elogiosos (e.g., “Esta aplicação é muito interessante...”). O número de tentativas realizadas para obter sucesso nas tarefas propostas,

durante os testes de usabilidade com utilizadores/alunos e utilizadores/professores são os apresentados na Tabela 10 e na Tabela 11 respetivamente.

Tabela 10. Número de tentativas efetuadas pelos alunos para obter sucesso nas tarefas

Tarefa	U01	U02	U03	U04	U05	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de dispersão
1. Entrar na AHTP com o nome de utilizador e palavra-chave fornecidos.	1	1	1	2	1	1,2	0,45	37,27%
2. Identificar os principais subtemas da AHTP.	1	1	1	1	1	1	0,00	0,00%
3. Manipular o triângulo, pelos seus vértices, da página 4.	1	2	1	1	1	1,2	0,45	37,27%
4. Resolver a tarefa da página 12.	2	2	1	2	1	1,6	0,55	34,23%
5. Ir até à página 43, não responder, carregar no botão corrigir e solicitar a 1. ^a das ajudas existentes ao tutor digital.	1	2	2	2	1	1,6	0,55	34,23%
6. Aceder ao <i>skillómetro</i> .	1	1	1	1	1	1	0,00	0,00%
7. Desligar o tutor digital (o avatar).	1	1	1	1	1	1	0,00	0,00%
8. Resolver um teste de conhecimentos na página 38.	1	1	1	1	1	1	0,00	0,00%
9. Na tarefa da página 60 gera três dados diferentes.	1	1	1	1	1	1	0,00	0,00%
10. Resolver a 1. ^a tarefa dos exames nacionais e/ou internacionais.	1	1	1	1	2	1,2	0,45	37,27%

Relativamente ao número de tentativas para obter com sucesso a execução das tarefas, alunos e professores, executaram-nas sem grandes hesitações, e na primeira ou segunda tentativa, sugerindo que a aplicação é bastante intuitiva. Globalmente podemos concluir, dos resultados dos testes de usabilidade, que os professores são mais rápidos na execução da grande maioria das tarefas, mas sem diferenças muito acentuadas. O número de tentativas na resolução das tarefas com sucesso é semelhante entre alunos e professores. Apenas nas questões 4 e 5 se verificou alguma diferença, embora pequena, entre os dois grupos de utilizadores.

Tabela 11. Número de tentativas efetuadas para obter sucesso nas tarefas, pelos professores

Tarefa	P01	P02	P03	P04	P05	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de dispersão
1. Entrar na AHTP com o nome de utilizador e palavra-chave fornecidos.	1	1	1	1	1	1	0,00	0,00%
2. Identificar os principais subtemas da AHTP.	1	1	1	1	1	1	0,00	0,00%
3. Manipular o triângulo, pelos seus vértices, da página 4.	1	1	1	2	1	1	0,45	37,27%
4. Resolver a tarefa da página 12.	1	1	1	1	1	1	0,00	0,00%
5. Ir até à página 43, não responder, carregar no botão corrigir e solicitar a 1. ^a das ajudas existentes ao tutor digital.	1	1	1	2	1	1,2	0,45	37,27%
6. Aceder ao <i>skillómetro</i> .	1	1	1	1	1	1	0,00	0,00%
7. Desligar o tutor digital (o avatar).	1	1	1	1	1	1	0,00	0,00%
8. Resolver um teste de conhecimentos na página 38.	1	1	1	1	1	1	0,00	0,00%
9. Na tarefa da página 60 gera três dados diferentes.	1	1	1	1	1	1	0,00	0,00%
10. Resolver a 1. ^a tarefa dos exames nacionais e/ou internacionais.	1	1	1	1	1	1	0,00	0,00%

No final do teste os utilizadores responderam a um questionário para avaliar o grau de satisfação. Os resultados encontram-se nas Tabela 12 e Tabela 13 onde as respostas dos utilizadores/alunos e utilizadores/professores são: 2 – concordo, 1 – indeciso e 0 – não concordo.

Tabela 12. Resultados do questionário de satisfação dos alunos

Questão	U01	U02	U03	U04	U05	Média	Desvio Padrão
1. A AHTP é fácil de usar	2	2	2	2	2	2	0,00
2. A AHTP é demasiado lenta	0	0	0	0	0	0	0,00
3. Recomendaria esta aplicação aos meus colegas	2	1	2	2	2	1,8	0,45
4. São precisos muitos passos para se conseguir fazer qualquer coisa	0	1	0	0	0	0,2	0,45
5. Utilizar este <i>aplicação</i> é um desperdício de tempo	0	0	0	0	0	0	0,00
6. É difícil aprender a utilizar todas as potencialidades da AHTP	0	1	0	0	1	0,4	0,55
7. A AHTP nem sempre fez aquilo que eu esperava	0	1	1	0	0	0,4	0,55
8. É fácil mudarmos de uma parte da aplicação para outra	2	0	2	0	2	1,2	1,10
9. É fácil visualizar rapidamente as opções em cada página (<i>frame</i>)	2	2	2	2	2	2	0,00
10. É fácil aprender a navegar nesta aplicação	2	2	2	2	2	2	0,00
11. Por vezes senti-me “perdido”	0	0	0	0	0	0	0,00
12. Divirto-me ao navegar nesta aplicação	2	2	2	1	2	1,8	0,45
13. É fácil avançar e retroceder nesta aplicação	2	1	2	1	2	1,6	0,55
14. Consigo voltar atrás sempre que quero	2	2	2	2	2	2	0,00
15. Eu sei sempre em que página (<i>frame</i>) estou e sei como chegar aonde pretendo ir	2	2	2	2	2	2	0,00
16. A aplicação tem uma apresentação bem organizada	2	2	2	2	2	2	0,00
17. Os títulos das páginas da AHTP são intuitivos	2	2	2	2	2	2	0,00
18. A ajuda fornecida nesta aplicação é suficiente	2	1	2	2	2	1,8	0,45
19. A informação disponibilizada é compreensível	2	1	2	1	2	1,6	0,55
20. A AHTP tem uma apresentação legível	2	1	2	2	2	1,8	0,45
21. A AHTP é visualmente agradável	2	2	2	2	2	2	0,00
22. A informação disponibilizada é útil	2	2	2	2	2	2	0,00
23. A AHTP pode ajudar-me no meu estudo	2	2	2	2	2	2	0,00
24. Trabalhar com esta aplicação é mentalmente estimulante	2	1	2	2	1	1,6	0,55
25. Gostava de utilizar esta aplicação diariamente	2	2	2	2	2	2	0,00

Tabela 13. Resultados do questionário de satisfação dos professores

Questão	P01	P02	P03	P04	P05	Média	Desvio Padrão
1. A AHTP é fácil de usar	2	2	2	2	2	2	0,00
2. A AHTP é demasiado lenta	0	0	0	0	0	0	0,00
3. Recomendaria esta aplicação aos meus colegas	2	2	2	2	2	2	0,00
4. São precisos muitos passos para se conseguir fazer qualquer coisa	0	0	0	0	0	0	0,00
5. Utilizar este <i>aplicação</i> é um desperdício de tempo	0	0	0	0	0	0	0,00
6. É difícil aprender a utilizar todas as potencialidades da AHTP	0	0	2	2	0	0,8	1,10
7. A AHTP nem sempre fez aquilo que eu esperava	0	0	1	0	0	0,2	0,45
8. É fácil mudarmos de uma parte da aplicação para outra	2	2	1	2	2	1,8	0,45
9. É fácil visualizar rapidamente as opções em cada página (<i>frame</i>)	2	2	2	2	2	2	0,00
10. É fácil aprender a navegar nesta aplicação	2	2	2	2	2	2	0,00
11. Por vezes senti-me “perdido”	0	0	0	0	0	0	0,00
12. Divirto-me ao navegar nesta aplicação	2	2	2	2	2	2	0,00
13. É fácil avançar e retroceder nesta aplicação	2	2	1	2	1	1,6	0,55
14. Consigo voltar atrás sempre que quero	2	2	2	2	2	2	0,00
15. Eu sei sempre em que página (<i>frame</i>) estou e sei como chegar aonde pretendo ir	2	2	2	2	2	2	0,00
16. A aplicação tem uma apresentação bem organizada	2	2	2	2	2	2	0,00
17. Os títulos das páginas da AHTP são intuitivos	2	2	2	2	2	2	0,00
18. A ajuda fornecida nesta aplicação é suficiente	2	2	2	1	2	1,8	0,45
19. A informação disponibilizada é compreensível	2	2	2	2	2	2	0,00
20. A AHTP tem uma apresentação legível	2	2	2	2	2	2	0,00
21. A AHTP é visualmente agradável	2	2	2	2	2	2	0,00
22. A informação disponibilizada é útil	2	2	2	2	2	2	0,00
23. A AHTP pode ajudar-me nas aulas	2	2	2	2	2	2	0,00
24. Trabalhar com esta aplicação é mentalmente estimulante	2	2	2	2	2	2	0,00
25. Gostava de utilizar esta aplicação com os meus alunos	2	2	2	2	2	2	0,00

Observando os resultados obtidos no questionário de satisfação, verificamos que as respostas não são muito díspares. O desvio-padrão obtido nas diversas questões é relativamente baixo, o que confirma que não existem grandes desvios à média.

Analisando as respostas das questões que dizem respeito à *estrutura da aplicação*, verificamos que em média os utilizadores consideram que é fácil de utilizar, que recomendariam a outros colegas, que é fácil mudar de uma parte da aplicação para outra e que é fácil visualizar as opções disponíveis em cada página(frame). Não a consideram lenta, nem complicada, nem que a sua utilização é um desperdício de tempo.

Relativamente às questões relacionadas com a *navegação*, os utilizadores foram unânimes em considerar fácil aprender a navegar pela aplicação, e com excepção de um dos utilizadores, todos se divertiram ao navegar na AHTP. Em média, consideraram que é fácil avançar e retroceder na aplicação, que conseguem voltar atrás sempre que necessário e que sabem sempre onde estão e sabem chegar aonde pretendem ir.

Nas respostas referentes à *interface*, os utilizadores foram unânimes e consideraram-no com uma apresentação bem organizada, legível e com títulos intuitivos.

No que diz respeito aos *conteúdos e ao seu interesse educativo*, todos os utilizadores foram unânimes em considerar a informação disponibilizada útil e referiram que a aplicação os pode ajudar no seu estudo/nas aulas. Apenas 2 alunos estão indecisos quanto ao considerar estimulante trabalhar com esta aplicação.

A *apreciação global da aplicação hipermédia do Teorema de Pitágoras* efectuada pelos utilizadores atendendo a todos os parâmetros que analisaram (Tabela 14), foi, em média, excelente, no entanto, existem quatro utilizadores (U02, U03, U04 e P02) que a consideraram muito boa.

Tabela 14. Apreciação global da AHTP por parte dos utilizadores (alunos/professores)

Questão	U01	U02	U03	U04	U05	P01	P02	P03	P04	P05	Média
Apreciação global do <i>site</i>	EX	MB	MB	MB	EX	EX	MB	EX	EX	EX	EX

Com os testes de usabilidade foi possível verificar que a monitorização do processo realizado ao longo da construção da AHTP ajustou a aplicação ao seu formato definitivo.

3.4.5. Microanálise das características da intervenção

Concluído o processo de construção/aperfeiçoamento da aplicação, foi ministrada uma ação de formação, na modalidade de oficina, com a duração de 50 horas aos docentes de todos os grupos que participaram na investigação (GE1, GE2 e GC). Participaram nesta ação de formação de forma gratuita 62 docentes de Matemática do 3.º ciclo. A ação de formação foi organizada pelo grupo de investigação GUIA com o apoio de um centro de formação de professores.

Essa ação de formação teve como propósitos:

- Promover conhecimentos mais aprofundados sobre o processo de autorregulação da aprendizagem;
- Apresentar e trabalhar numa plataforma hipermédia que utiliza na sua conceção os processos de autorregulação da aprendizagem e está dirigida para trabalhar conteúdos de Matemática;
- Aplicar as ferramentas hipermédia ao contexto de sala de aula recorrendo às novas tecnologias.

Resultou, também, da ação de formação, uma metodologia de abordagem do Teorema de Pitágoras em contexto de sala de aula utilizando a AHTP e a construção de um guião para cada uma das aulas sobre os conteúdos do TP. Durante as sessões, os professores trabalharam na ferramenta e construíram os guiões.

Durante a ação de formação foram realizadas sessões de *role-play*, apresentadas várias sugestões de melhoria, sugeridas algumas alterações e propostas metodologias e planos de aula para a lecionação do TP com recurso à AHTP. No total foram feitas 8 sugestões de alterações (e.g., colocação de uma cortina em alguns pontos da aplicação de modo a possibilitar ao professor o controlo da visualização da informação por parte dos alunos) e detetados 14 erros (e.g., erro na verificação de uma tarefa). Os professores que frequentaram a ação de formação ficaram bastante entusiasmados com a plataforma, em geral, e com a AHTP em particular tendo tecidos alguns comentários acerca do *Hypatiamat* (e.g., “Os conteúdos na plataforma apresentam-se bastante claros e apelativos; os alunos colaboraram com bastante dinamismo e a plataforma *Hypatiamat* foi uma mais valia na lecionação dos conteúdos bem como na realização de exercícios de grande variedade e de diferentes graus de dificuldade.”; “Depois de conhecer

de forma mais aprofundada as capacidades e o potencial do *Hypatiamat*, não posso deixar de constatar que se trata de uma ferramenta muito poderosa que poderá ajudar professores e alunos no objetivo comum de melhorar o aproveitamento e promover o sucesso no ensino da Matemática. Para além de apresentar de forma organizada, rigorosa, apelativa e motivadora os diferentes conteúdos programáticos (e.g., conceitos, teoremas e respetivas demonstrações, exercícios resolvidos, referências à história da Matemática), inclui também um conjunto diversificado de itens, com progressivos graus de dificuldade e exigência, muitos deles problemas históricos e outros provenientes de exames realizados outros países, que contribuem para os alunos testarem, desenvolverem e aprofundarem os seus conhecimentos e as suas competências.”).

Os professores foram convidados a apresentar aulas formais para os colegas de modo a afinar os guiões para cada uma das sessões. A avaliação da formação, quer a realizada pelos formandos, quer a realizada pelos formadores, foi muito positiva e capacitou os professores para o trabalho de implementação da investigação na sala de aula.

A implementação da investigação desenvolveu-se em 30 escolas escolhidas aleatoriamente e integrou três grupos distintos correspondentes aos três níveis da variável independente (intervenção com a aplicação hipermédia): o GE1 (nível 2 da variável independente) com 40 turmas e o GE2 (nível 3 da variável independente) com 40 turmas e um grupo de controlo com 40 turmas (nível 1 da variável independente).

O procedimento adotado no GE1 baseou-se na exploração, em contexto de sala de aula, da AHTP para a leção do conteúdo do TP seguindo os guiões estabelecidos (e.g., exemplo da planificação de uma aula – ver página 101) na ação de formação e mobilizando os alunos a utilizarem a aplicação em casa, nomeadamente, através da realização de tarefas e de trabalhos de casa através da AHTP.

No GE2 os professores canalizaram parte dos conhecimentos adquiridos na formação para a leção do TP sem utilizarem a AHTP na sala de aula. Apesar de os alunos terem conhecimento da aplicação, os professores não a utilizaram na leção dos conteúdos do TP, seguindo uma metodologia sem recurso à tecnologia e utilizando outros recursos nomeadamente o manual e alicerçadas na palavra do professor.

No GC os alunos não tiveram conhecimento da aplicação e os professores utilizaram uma metodologia de ensino sem recurso à tecnológica. As aulas seguiram metodologias com recurso ao manual da disciplina e alicerçadas na palavra do professor.

Em ambos os grupos e antes da introdução ao estudo da unidade do TP foi aplicado o pré-teste de modo a avaliar os conhecimentos prévios dos alunos. De seguida, foram seguidos os referidos processos de ensino ao longo de 8 aulas de 90 minutos e, no final, foi aplicado o pós-teste para avaliar as aprendizagens realizadas.

Exemplo da planificação de uma aula:

Objetivos específicos: Resolver problemas no plano e no espaço aplicando o Teorema de Pitágoras.

Metas de aprendizagem: Resolver problemas no plano e no espaço aplicando o Teorema de Pitágoras (por exemplo, determinar o comprimento da diagonal espacial do cubo e do paralelepípedo).

Conhecimentos prévios:

- Figuras no plano
- Sólidos Geométricos
- Teorema de Pitágoras
- Resolução de equações
- Semelhança de triângulos

Material:

- Material de escrita
- Plataforma online Hypatiamat
- Quadro Interativo
- Quadro branco; caneta

Outros recursos: Hypatiamat – URL: <http://www.hypatiamat.com/>

Ações a desenvolver com o aluno:

- Ponto prévio sobre os conhecimentos estudados nas aulas anteriores.
- Propor a resolução da tarefa – camião para transporte da tábua – janela 6, pág. 54 – Hypatiamat.
- Propor a resolução da tarefa – Diagonal de um cubo – janela 6, pág. 60 - Hypatiamat.
- Síntese e *feedback*.

Sumário: Diagonal facial e espacial de um paralelepípedo.

Desenvolvimento da aula:

• **Ponto prévio (≈ 3 min.)**

- Breve abordagem do conteúdo lecionado nas aulas anteriores solicitando a colaboração dos alunos. O professor solicita a um dos alunos da turma que relembre os aspectos mais significativos trabalhados nas aulas anteriores.

• **Introdução da tarefa (≈ 6 min.)**

- É importante nesta fase, questionar os alunos sobre as possíveis aplicações práticas do Teorema de Pitágoras no seu dia-a-dia, direcionando-os para situações espaciais.
- Após esta breve abordagem, o professor confronta a turma com a tarefa da Plataforma HypatiaMat. (janela 6, pág. 54).
- Em simultâneo é distribuído pelos alunos em suporte papel a imagens associadas à tarefa, anexo I (A1) e anexo II (A2).

• **Resolução/exploração e discussão das tarefas (≈ 30 min.)**

- Na imagem A1 é solicitado que representem as suas propostas de transporte de uma tábua com a dimensão indicada.
- Perante os cenários de resposta, o professor solicita a um desses alunos que apresente sobre a figura da aplicação através do computador, um esboço das diferentes posições em que a tábua pode ser transportada (construindo os segmentos de reta), alertando-o para a não repetição das situações similares (idêntico comprimento).
- O professor questiona a turma se estas correspondem ao número total de possibilidades. Perante as posições encontradas o professor, questiona a turma, qual será a de maior comprimento (pertinência do cálculo dos demais comprimentos?).
- Retomamos a sequência de páginas da aplicação avançando para a página 55. Perante a imagem, o professor fazendo uso do ponteiro do rato, deslizando o ponteiro, aponta para o triângulo retângulo -sombreado azul- formado pela hipotenusa d e catetos representados por duas arestas da base do paralelepípedo e solicita aos alunos que na sua imagem (A2) pintem este mesmo triângulo retângulo. Perante a situação apresentada os alunos tomam consciência que o triângulo é retângulo e que D é uma hipotenusa de um outro triângulo

retângulo (o professor deslizando o ponteiro, aponta para o triângulo retângulo - sombreado vermelho- e os alunos na sua imagem (A2) pintam agora este triângulo retângulo) cujos catetos são uma das arestas laterais do paralelepípedo e d . Perante tal facto são levados a concluir que D (hipotenusa) é maior que d (cateto).

- O professor questiona os alunos, qual o nome dado aos dois segmentos de reta identificados com as letras d e D (diagonal da base e diagonal do paralelepípedo). Como calcular o comprimento máximo (D)? (Teorema de Pitágoras)
- Retomamos a sequência de páginas da aplicação avançando para a página 56 (o professor ajuda os alunos a formalizar a condição de partida).
- Necessidade do cálculo do valor de d . (Como?)
- O professor fazendo uso do ponteiro do rato, deslizando o ponteiro, aponta para o triângulo retângulo (sombreado azul) formado pela hipotenusa d e catetos representados por duas arestas da base do paralelepípedo.
- Solicita-se o cálculo o valor de d (basta substituir d na fórmula).
- Retomamos a sequência de páginas da aplicação avançando para a página 57.
- Posteriormente os alunos substituem d ou d pelo seu valor na condição $D^2 = d^2 + 2.4^2$.
- Retomamos a sequência de páginas da aplicação avançando para a página 58 e 59.
- Retomamos a sequência de páginas da aplicação avançando para a página 60 e propomos a realização da tarefa em trabalho de pares (aconselhamos a consulta da imagem A2).
- Validamos na aplicação a resposta correta e apresentamos a proposta de resolução.

• **Síntese e *feedback* (≈ 4 min.)**

- O professor orienta o questionamento para os objetivos da tarefa. Os alunos dão *feedback* para a elaboração das conclusões e para a apresentação das ideias-chave da aula.

• **Abordagem final / complementar (≈ 2 min.)**

O professor relembra as tarefas indicadas para trabalho autónomo para consolidação de conhecimentos (TPC) – janela 6, das páginas 60 até 66.

Avaliação: A avaliação dos alunos será baseada nos seguintes aspectos: interesse demonstrado durante a aula; colaboração com o professor e com os colegas na resolução/discussão das tarefas; aplicação de conhecimentos matemáticos adquiridos anteriormente; uso da terminologia e simbologia adequada; comportamento na sala de aula.

3.5. Medidas e instrumentos

O estudo envolveu a utilização de técnicas de recolha de dados como testes de conhecimentos de Matemática no tópico “teorema de Pitágoras” (pré e pós-teste), um questionário que avalia os processos de autorregulação da aprendizagem e um questionário de autoeficácia em Matemática.

O conhecimento no domínio (Teorema de Pitágoras) foi avaliado com testes de conhecimentos elaborados por uma equipa de professores de Matemática do 3.º Ciclo do ensino básico em colaboração com professores do Departamento de Matemática da Universidade de Coimbra para a presente investigação. Estes testes incidiram sobre os conteúdos lecionados no 8.º Ano de escolaridade relativos ao Teorema de Pitágoras.

Os testes de conhecimentos foram aplicados e testados previamente a pequenos grupos (n=5) de modo a avaliar a sua compreensão e grau de dificuldade. Depois de alguns reajustes estes foram validados por dois professores do Departamento de Matemática da Universidade de Coimbra. Os testes de conhecimentos foram avaliados seguindo uma escala entre 0 e 100%.

O pré-teste (ver Anexo A), aplicado antes do início da leção do conteúdo do Teorema de Pitágoras permitiu avaliar os conhecimentos dos alunos em conteúdos considerados essenciais para melhor adquirir os conhecimentos relativos ao conteúdo que iria ser lecionado. O pós-teste (ver Anexo B), aplicado no final da unidade, manteve o mesmo formato do pré-teste (tipo de questões, número de questões, duração e critérios de correção – cf. Anexos C e D) e serviu de instrumento de avaliação dos conhecimentos adquiridos pelos alunos após o estudo dos conteúdos do Teorema de Pitágoras.

O rendimento a Matemática foi avaliado com base nos níveis obtidos pelos alunos no 7.º ano (rendimento prévio) e pelos níveis obtidos pelos alunos no final do ano letivo em que se realizou o estudo. Os níveis escolares distribuíram-se entre 1 e 5.

O questionário que avaliou a autorregulação da aprendizagem (ARA) dos alunos consiste em 9 estratégias de ARA relativas às três fases dos processos de ARA: Planificação (e.g., “Faço um plano antes de começar a fazer um trabalho. Penso no que vou fazer e no que é preciso para o completar.”), Execução (e.g., “Durante as aulas ou no meu estudo em casa, penso em coisas concretas do meu comportamento para mudar e atingir os meus objetivos.”), e Avaliação (e.g., “Guardo e analiso as correções dos trabalhos/testes, para ver onde errei e saber o que tenho de mudar para melhorar.”) (Rosário, Núñez, et al., 2010). Os 9 itens foram respondidos

numa escala de *Likert* de 5 níveis de 1 (nunca) até 5 (sempre). Os índices de fiabilidade (e.g., alfa de Cronbach) para este estudo são muito bons. Foram de .80 para a Planificação, .85 para a Execução, e .87 para a avaliação. Os resultados da análise fatorial confirmatória também se revelaram bastante satisfatórios, $\chi^2(24) = 57.9$, $p < .001$, $\chi^2/df = 2.411$, GFI = .984, AGFI = .970, CFI = .989, RMSEA = .043 (.029-.058), confirmando a validade de construto deste questionário (Núñez et al., 2013; Rosário, González-Pienda, et al., 2010).

O questionário que avaliou a autoeficácia em Matemática (QAE) dos alunos, construído para a presente investigação, consiste em 10 itens (e.g., “Consigo aplicar corretamente os critérios de divisibilidade.”). Os 10 itens foram apresentados numa escala de *Likert* de 4 níveis de 1 (com muita facilidade) até 4 (com muita dificuldade). O índice de fiabilidade (alfa de Cronbach) para este estudo é de $\alpha=.89$.

Capítulo IV – Apresentação e discussão dos resultados

4. Apresentação e discussão dos resultados

4.1. Análise dos dados

Neste capítulo apresentamos os dados recolhidos ao longo do nosso estudo e efetuamos a sua respetiva análise, tendo em consideração as hipóteses levantadas no capítulo anterior. Para alcançar este propósito organizámos os dados (ver Tabela 17) recolhidos em momentos diferentes. O primeiro momento ocorreu antes da lecionação do TP e o segundo momento ocorreu depois de lecionar o TP, e que apresenta as médias e os desvios padrões relativas às variáveis em estudo (autorregulação, autoeficácia e conhecimento do domínio), nos diferentes momentos (Pré e Pós lecionação do TP), para o total de participantes nos grupos experimentais e no grupo de controlo (ver Tabela 17).

Os dados foram recolhidos por questionário e através da realização de 2 testes de conhecimentos (o pré-teste que pretendia avaliar o conhecimento inicial sobre os conteúdos considerados essenciais tendo em atenção a unidade que iria ser estudada e um pós-teste que foi aplicado no final da lecionação do TP e cujo objetivo era avaliar os conhecimentos adquiridos pelos alunos no TP).

Os resultados dos testes de conhecimentos (pré e pós-teste) e as informações recolhidas por questionário foram, posteriormente, alvos de uma análise estatística efetuada com o programa SPSS 21.

4.1.1. Análise das diferenças inter-sujeitos (GC - GE1 - GE2) no pré-teste

Inicialmente, dado que os alunos não foram escolhidos aleatoriamente para incorporar os grupos experimentais e de controlo é importante comprovar se existem diferenças significativas entre os grupos nos níveis iniciais das variáveis dependentes (níveis pré-teste). Se os grupos não forem equivalentes nestas variáveis, seria conveniente realizar ANCOVAS e não ANOVAS, para controlar estatisticamente o efeito das diferenças existentes antes da intervenção (pré-teste) nas comparações pós-teste.

Dado que as variáveis dependentes, nesta investigação, se encontram significativamente relacionadas (ver Tabela 15 e Tabela 16), foi realizada uma análise multivariada de variância (MANOVA), na qual além de aportar informação sobre cada uma das variáveis dependentes, se

obtem dados sobre a existência, ou não, de diferenças estatisticamente significativas entre os três grupos tomando em conta, conjuntamente, as variáveis dependentes.

Para a análise dos valores para a assimetria e para a curtose, seguimos o critério de Curran, West, e Finch (1996) que concluem que valores de simetria superiores a 3 e valores de curtose superiores a 10 são indicadores de severa não normalidade dos dados. Como é possível concluir da leitura da Tabela 15 e da Tabela 16, os valores para a assimetria e para a curtose encontram-se dentro dos limites requeridos para a realização das análises.

Tabela 15. Matriz de correlação dos resultados das variáveis dependentes (pré-teste) e estatística descritiva (média, desvio padrão, assimetria e curtose)

	CD1	AE1	EAR1	RM1
CD1	–			
AE1	-,139***	–		
AR1	,331***	-,229	–	
RM1	,588***	-,290***	,380***	–
<i>M</i>	45,72	2,34	3,48	3,08
<i>DP</i>	19,35	,612	,697	,892
Assimetria	,198	,101	-,378	,516
Curtose	-.656	-,166	,100	-.445

*** $p < .001$

Legenda: CD1 (conhecimento no domínio); AE1 (autoeficácia); EAR1 (estratégias de autorregulação da aprendizagem); RM1 (rendimento a Matemática)

Tabela 16. Matriz de correlação dos resultados das variáveis dependentes (pós-teste) e estatística descritiva (média, desvio padrão, assimetria e curtose)

	CD2	AE2	EAR2	RM2
CD2	-			
AE2	,306***	-		
AR2	,467***	,221***	-	
RM2	,662*	,238***	,455***	-
<i>M</i>	54,78	2,59	3,57	3,02
<i>DP</i>	25,63	,728	,723	,994
Assimetria	5,162	,144	-,348	,504
Curtose	-,736	-,534	,171	-,614

* $p < 0.5$; *** $p < .001$

Legenda: CD2 (conhecimento no domínio); AE2 (autoeficácia); EAR2 (estratégias de autorregulação da aprendizagem); RM2 (rendimento a Matemática)

Os dados da MANOVA (Tabela 15) indicam que as diferenças observadas são mínimas entre os grupos e não são estatisticamente significativas [$\lambda = 0,999$; $F(8,6150) = 0,575$; $p = 0,799$; $\eta^2 = 0,001$].

Analisando os resultados para cada uma das quatro variáveis tomadas, os dados da MANOVA indicam que as diferenças não são estatisticamente significativas para nenhuma das quatro medidas: conhecimento do domínio [$Z(2,3078) = 0,056$; $p = 0,945$; $\eta^2 = 0,000$], resultados a Matemática [$Z(2,3078) = 0,516$; $p = 0,597$; $\eta^2 = 0,000$], estratégias de autorregulação da aprendizagem [$Z(2,3078) = 0,847$; $p = 0,429$; $\eta^2 = 0,001$], autoeficácia a Matemática [$Z(2,3078) = 1,190$; $p = 0,304$; $\eta^2 = 0,001$].

Por este motivo, em geral, é possível afirmar que, ainda que os sujeitos não tenham sido distribuídos aleatoriamente pelas três condições, os três grupos são equivalentes.

4.1.2. Contrastação das hipóteses

Uma vez que não se observaram diferenças estatisticamente significativas em nenhuma das variáveis dependentes no pré-teste, foram realizadas análises das diferenças entre os grupos posteriores à intervenção utilizando ANOVAs.

Previamente foi realizada uma MANOVA para conhecer se, tomando as variáveis dependentes como medidas de uma única realidade (e.g., resultados escolares), a intervenção foi ou não eficaz. Posteriormente, faremos esta análise relativamente a cada uma das variáveis dependentes.

Para o estudo da eficácia da intervenção com o *Hypatiamat* procedemos à análise das diferenças inter-grupo (GC - GE1 - GE2) no pós-teste, mediante uma segunda MANOVA (ver Tabela 16). Os dados obtidos indicam que, depois de terminada a intervenção, em geral, existem diferenças significativas entre o grupo de estudantes tomados [$\lambda = 0,872$; $Z(8,6130) = 54,212$; $p = 0,000$; $\eta^2 = 0,066$], o qual indica que a intervenção de promoção da Matemática foi efetiva com um tamanho do efeito médio.

Analisando os dados para cada uma das quatro variáveis, os resultados da MANOVA indicam que as diferenças são estatisticamente significativas para todas as variáveis tomadas: conhecimento do domínio [$Z(2,3068) = 101,791$; $p = 0,000$; $\eta^2 = 0,062$], resultados a Matemática [$Z(2,3068) = 47,730$; $p = 0,000$; $\eta^2 = 0,30$], estratégias de autorregulação da aprendizagem [$Z(2,3068) = 67,897$; $p = 0,000$; $\eta^2 = 0,042$], autoeficácia a Matemática [$Z(2,3068) = 144,699$; $p = 0,000$; $\eta^2 = 0,086$]. Em consequência destes resultados podemos afirmar que os dados empíricos sustentam as hipóteses formuladas.

Em concreto, tomando em consideração os resultados da análise pós hoc, podemos afirmar que, em consequência da intervenção, os sujeitos do grupo experimental 1 (nível 2 da variável independente) conseguiram uma subida muito significativa relativamente às quatro variáveis dependentes, principalmente em conhecimento no domínio e em autoeficácia (que são as variáveis mais próximas ao programa em si mesmo) e um pouco menor no caso do rendimento a Matemática e nas estratégias de autorregulação (cf. Figuras 33-36).

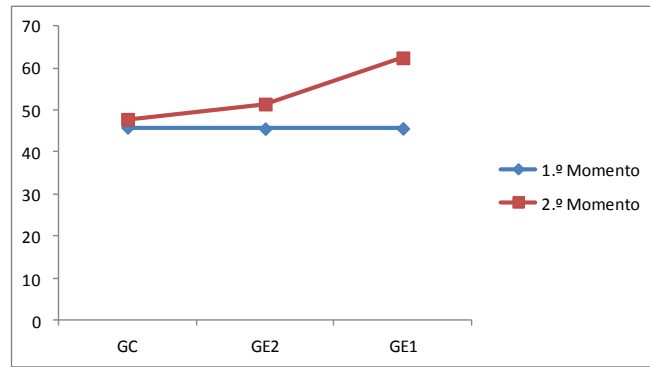


Figura 33. Médias da variável, *conhecimento do domínio*, na investigação nos dois momentos, pré e pós-teste.

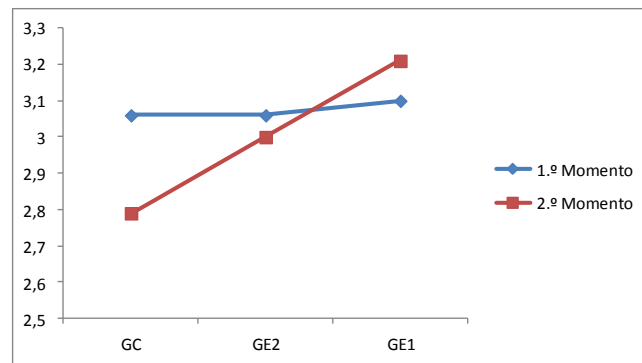


Figura 34. Médias da variável, *rendimento a Matemática*, na investigação nos dois momentos, pré e pós-teste.

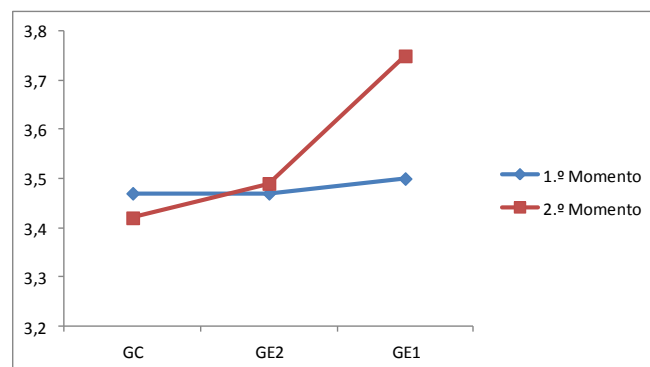


Figura 35. Médias da variável, *estratégias de autorregulação*, na investigação nos dois momentos, pré e pós-teste.

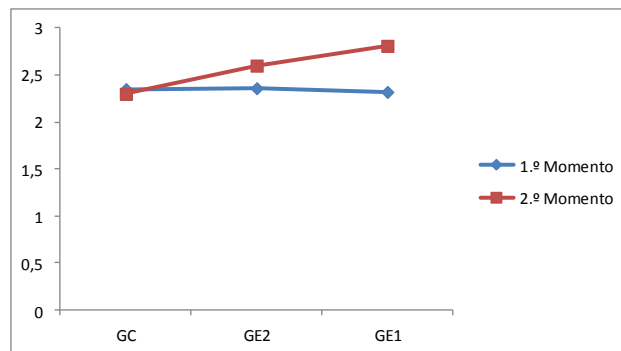


Figura 36. Médias da variável, *autoeficácia*, na investigação nos dois momentos, pré e pós-teste.

Este incremento verifica-se tanto relativamente aos sujeitos do grupo experimental 2 (nível 3 da variável independente) como com respeito aos sujeitos do grupo de controlo (nível 1 da variável independente).

Por último é possível observar que os sujeitos do grupo experimental 2 (nível 3 da variável independente) obtêm níveis superiores em três das quatro variáveis relativamente ao grupo de controlo (nível 1 da variável independente).

Estes resultados estão alinhados com as hipóteses que orientaram este trabalho:

- i. trabalhar os conteúdos de Matemática com recurso à aplicação hipermédia desenhada para esta investigação é melhor que trabalhar os mesmos conteúdos sem recurso à aplicação (cf. Figuras 33-36);
- ii. O facto de os alunos disporem livremente da aplicação hipermédia para a sua aprendizagem dos conteúdos de Matemática é melhor do que aprender os mesmos conteúdos sem recurso à aplicação, mas pior do que trabalhar sistematicamente com a aplicação na aula e em casa como um recurso para a aprendizagem da Matemática (cf. Figuras 33-36).

Tabela 17. Médias e desvios-padrão das variáveis incluídas na investigação nos dois momentos, pré e pós-teste

	1.º Momento (Pré)			2.º Momento (Pós)		
	GC	GE2	GE1	GC	GE2	GE1
	<i>M (DP)</i>	<i>M (DP)</i>	<i>M (DP)</i>	<i>M (DP)</i>	<i>M (DP)</i>	<i>M (DP)</i>
Conhecimento do domínio ^a	45,91 (19,42)	45,61 (18,68)	45,67 (19,79)	47,84 (30,15)	51,47 (23,44)	62,47 (21,07)
Rendimento a Matemática ^b	3,06 (0,91)	3,06 (0,85)	3,10 (0,90)	2,79 (0,89)	3,00 (0,99)	3,21 (1,02)
Estratégias de Autorregulação ^c	3,47 (0,70)	3,47 (0,70)	3,50 (0,68)	3,42 (0,69)	3,49 (0,73)	3,75 (0,69)
Autoeficácia ^d	2,35 (0,58)	2,36 (0,59)	2,32 (0,64)	2,30 (0,61)	2,60 (0,71)	2,81 (0,73)

^a Máximo 100, Mínimo 0; ^b Máximo 5, Mínimo 1; ^c Máximo 5, Mínimo 1; ^d Máximo 5, Mínimo 1

4.1.3. Discussão dos resultados

Com esta investigação pretendeu-se avaliar o impacto que a utilização de uma aplicação hipermédia, construída com base em alguns pressupostos teóricos, tem na melhoria dos resultados académicos em Matemática e nos processos de ARA dos alunos.

Assim, na fase de construção da AHTP foram considerados pressupostos que potenciam a melhoria da aprendizagem dos alunos quando utilizam uma aplicação hipermédia, a saber: i) aprender com recurso a aplicações hipermédia é particularmente difícil para alunos que não sejam autorreguladores da sua aprendizagem (Azevedo & Witherspoon, 2009; Winters & Greene, 2008). No entanto, e como já foi referido no capítulo da revisão da literatura, as aplicações hipermédia providenciam uma aprendizagem interativa que favorece os processos autorregulatórios no que diz respeito à planificação (e.g., ativando o conhecimento prévio) ou à execução (e.g., monitorizando as várias etapas para um resultado) (Aleven, McLaren, & Koedinger, 2006b; Graesser, D'Mello, & Person, 2009); ii) a colocação de andaimes em CBLES promove a aprendizagem e os processos ARA (Aleven et al., 2010; Azevedo, 2009; Koedinger & Corbett, 2006; Lajoie & Azevedo, 2006); iii) os alunos quando acompanhados por um professor/tutor tendem a utilizar mais facilmente os processos ARA (Azevedo et al., 2011) e adaptam-nos (Winters, Greene, & Costich, 2008) durante a aprendizagem em aplicações hipermédia; iv) quando são disponibilizadas ferramentas, informações e estratégias para ajudar o aluno a autorregular a sua aprendizagem, com apoio sistemático no domínio do conhecimento e com *feedback* adaptado e apropriado (essencial para promover a aprendizagem, Koedinger & Corbett, 2006), obtêm-se ganhos na aprendizagem (Azevedo et al., 2011); v) a presença de um tutor digital que emule, tanto quanto possível, as boas práticas pedagógicas de um tutor humano, e tire partido das capacidades tecnológicas que permitem monitorizar a aprendizagem é essencial para a promover em aplicações hipermédia; vi) e por último, a estrutura de uma aplicação hipermédia, dependendo da eficiência e rapidez com que um aluno se pode mover dentro desta, tem influência na aprendizagem dos alunos (Azevedo et al., 2011). A estrutura hierárquica (a estrutura da AHTP é híbrida incluindo, em muitas situações, a hierárquica) é a mais benéfica para promover a aprendizagem dos alunos em contraste com a estrutura linear (Azevedo & Witherspoon, 2009).

Portanto, durante a fase de construção da AHTP foram tidos em conta os pressupostos referidos e efetuadas muitas alterações decorrentes do acompanhamento de especialistas das

áreas da Matemática, tecnologia e de psicologia. Esta interação entre diferentes elementos de diferentes áreas foi muito positiva, pois foi possível calibrar a aplicação antes da realização dos testes de usabilidade eliminando, desta forma, muitos dos potenciais erros/incorreções.

A realização de testes de usabilidade foi bastante útil, na medida em que permitiu uma aproximação à realidade e às necessidades do público-alvo (alunos e professores do ensino básico). A avaliação com os alunos e professores do ensino básico permitiu verificar que a aplicação já estava suficientemente polida, uma vez que, alunos e professores executaram todas as tarefas sem grandes hesitações. Constatou-se, no entanto, que os alunos faziam uma leitura muito superficial da informação, “abusando” predominantemente do “clique” rápido ao navegar pelos vários elementos da AHTP. O facto de a AHTP ter sido calibrada por especialistas de várias áreas contribuiu para que os testes de usabilidade tivessem sido, na sua globalidade, um sucesso. A presença do investigador (responsável pela construção da AHTP e pela investigação) durante os testes foi importante, uma vez que proporcionou o esclarecimento de todas as questões e permitiu o seu próprio questionamento face a algumas das respostas dadas. Durante os testes de usabilidade, todas as tarefas foram executadas na primeira ou na segunda tentativa sem grandes dificuldades e com tempos médio de execução normais. Como era previsível os professores obtiveram tempos de execução ligeiramente mais baixos quando comparados com os tempos de execução dos alunos. A avaliação da satisfação dos utilizadores foi francamente positiva classificando-a, em média, com Excelente.

No que diz respeito aos resultados da investigação podemos concluir que trabalhar os conteúdos de Matemática com recurso à AHTP é mais eficaz que trabalhar os mesmos conteúdos sem recurso à aplicação. Estes resultados são condizentes com os obtidos num estudo realizado por Funkhouser (2003) envolvendo 49 participantes de uma escola americana onde se constatou a utilização do computador para ensinar geometria com uma abordagem construtivista tem efeitos positivos na melhoria dos resultados comparativamente à utilização de uma abordagem mais tradicional e sem recurso ao computador. Idênticos resultados foram obtidos também por Ash e Director-Dunbar (2005), Pilli e Asku (2013) e Cheung e Slavin (2013) sugerindo que aplicações hipermedia que trabalham os conteúdos de Matemática produzem um efeito positivo, embora por vezes modesto, em comparação com métodos mais tradicionais sem recurso à tecnologia. O estudo desenvolvido por Ash e Director-Dunbar (2005) com 1733 alunos do sexto ao oitavo ano de duas escolas de Nashville concluiu que a instrução assistida por computador em comparação com o ensino tradicional teve um impacto na melhoria do desempenho académico (com um nível de confiança excedendo 0.05).

Outros resultados encontrados em algumas meta-análises corroboram de igual forma os resultados acentuados neste trabalho. Uma meta-análise envolvendo 85 estudos independentes (Li & Ma, 2010), outra meta-análise envolvendo 52 estudos (Liao, 2007) e outras quatro meta-análises (Tamim, Bernard, Brookhovski, Abrami, & Schmid, 2011) concluem que a utilização de tecnologia (onde se incluem as aplicações hipermédia) tem um efeito positivo na melhoria dos resultados a Matemática em comparação com a sua não utilização. Li e Ma (2010), nomeadamente, concluíram que esta melhoria é ainda mais evidente quando é adotada uma perspetiva construtivista.

No que diz respeito à autorregulação da aprendizagem podemos verificar que o GE1 obteve uma melhoria relativamente ao GE2 e GC, no entanto, o GE2 não mostrou melhorias na autorregulação da aprendizagem relativamente ao GC o que sugere que trabalhar com a AHTP promoveu a autorregulação da aprendizagem dos sujeitos envolvidos no estudo. A inclusão de alguns pressupostos, já referidos anteriormente, contribuíram decisivamente para a promoção da autorregulação da aprendizagem, nomeadamente no favorecimento dos processos autorregulatórios (Aleven, McLaren, & Koedinger, 2006; Graesser, D'Mello, & Person, 2009) e na sua promoção (Aleven et al., 2010; Azevedo, 2009; Koedinger & Corbett, 2006; Lajoie & Azevedo, 2006). Apesar da literatura apontar para a dificuldade de alunos com disfunção nos processos ARA terem dificuldades em aprender nestes ambientes (Lajoie & Azevedo, 2006), pelos motivos já invocados na revisão de literatura, podemos, na nossa opinião, inferir que as características seguidas na construção da AHTP (e.g., a inclusão de um tutor digital, a andaimagem adaptada à especificidade de cada tarefa, os *feedbacks* adaptados ao desempenho do aluno) foram decisivas para melhorar tanto a ARA dos alunos como o seu desempenho na resolução das tarefas.

Portanto, e tendo em consideração a existência de algumas limitações da tecnologia, a inclusão de alguns dos mecanismos já referidos no momento da construção da aplicação permitiram aos alunos desenvolver algumas competências autorregulatórias da aprendizagem através da promoção de alguns processos ARA chave (Azevedo, 2005).

Na nossa pesquisa não encontramos estudos específicos que mostrem que a utilização de aplicações hipermédia promove uma melhoria da ARA da aprendizagem, no entanto, verificámos que quando a ARA é embebida e/ou incluída nas aplicações hipermédia o desempenho dos alunos é significativamente melhor (e.g., no estudo desenvolvido por Kramarski e Gutman (2006) onde se compararam dois ambientes digitais de aprendizagem, um com suporte ARA de aprendizagem (suporte muito semelhante ao utilizado na AHTP) e outro sem

suporte ARA verificou-se que os primeiros obtiveram melhores resultados (tamanho do efeito = 0.44) do que os segundos.

A autoeficácia em Matemática do GE1 é superior relativamente aos grupos GE2 e GC e o mesmo aconteceu ao GE2 em relação ao GC. Estes resultados estão em linha com a literatura sobre a autoeficácia. A literatura sugere que a autoeficácia muda positivamente em resultado dos sucessos obtidos na resolução de tarefas (Bandura, 1997; Campbell & Hackett, 1986; Chen, 2002; Schunk, 1995; Usher & Pajares, 2009). De acordo com o referido, Chen (2002) num estudo realizado com alunos do sétimo ano de quatro escolas do Tennessee em Nashville mostrou que a autoeficácia explica em cerca de 25% a variância no desempenho a Matemática.

Podemos concluir que a autoeficácia influencia a motivação académica dos alunos, nas estratégias de autorregulação que utilizam nos seus trabalhos escolares e conseqüentemente o seu sucesso académico (Rosário et al., 2012).

O estabelecimento de objetivos específicos de aprendizagem, a inclusão de estratégias e sua verbalização, a perceção de progresso, o *feedback* adaptado e a “recompensa” pelo desempenho contribuem para a melhoria da autoeficácia (Schunk, 1995) e estes são alguns dos pressupostos incluídos na AHTP. Portanto a melhoria da autoeficácia a Matemática do GE1 relativamente aos grupos GE2 e GC bem como a melhoria da autoeficácia a Matemática do GE2 relativamente ao GC está em linha com os pressupostos tidos em conta na fase de construção da AHTP, com a melhoria dos processos de ARA e com a melhoria dos resultados.

Capítulo V – Conclusão

5. Conclusão

5.1. Conclusão da investigação

A aprendizagem com recurso à tecnologia é uma realidade que contribui para que a educação não tenha o mesmo significado que tinha no passado (Prensky, 2006). Os alunos dominam as tecnologias, sentem-se motivados na sua utilização e projetam nelas o seu próprio futuro, ou seja, o paradigma mudou e para eles a educação deve estar imperativamente ligada à utilização das novas tecnologias. Assim, a utilização/integração da tecnologia no ensino deve ser efetuada de forma a contribuir para a promoção do sucesso escolar dos alunos.

No caso particular do ensino/aprendizagem da Matemática, e tendo em consideração os resultados menos positivos dos alunos portugueses, a utilização/integração de ferramentas tecnológicas que incluam e tenham em consideração a ARA como um constructo fundamental nos processos de aprendizagem com implicações no sucesso escolar (Rosário et al., 2010; Zimmerman, 2008) pode contribuir para a melhoria desses resultados tal como sugerem os resultados encontrados no presente estudo. Neste sentido, a criação de ferramentas educativas, nomeadamente aplicações hipermédia, devem aproveitar e potenciar o envolvimento dos alunos e promover os processos ARA para melhorar a sua aprendizagem, no entanto, o processo de construção devem ser tidos em atenção alguns aspetos que pautaram esta investigação.

Portanto, foi possível constatar nesta investigação que a criação de aplicações hipermédia que tenham em atenção os pressupostos que nortearam a construção da AHTP contribuem para promover o sucesso educativo dos alunos na disciplina de Matemática.

5.2. Limitações e sugestões para investigações futuras

Esta investigação apresenta, como na maioria dos estudos educacionais, algumas limitações que encaramos como uma oportunidade para melhorias em investigações futuras. Neste estudo a andaimagem proporcionada não é, por contingências da tecnologia, completamente adaptativa como defendido por Azevedo e Jacobson (2008) o que sugere que em investigações futuras se deveriam refinar/reestruturar o *feedback* providenciado pelo tutor digital não apenas na AHTP, mas também nas outras aplicações existentes a plataforma Hypatiamat.

A utilização da AHTP ocorreu durante um período de tempo limitado (cerca de 5 semanas) e centrado apenas numa aplicação que trabalhava um conteúdo matemático pelo que em investigações futuras sugere-se a extensão do tempo de aplicação de modo a permitir a recolha de medidas repetidas, bem como o alargamento da intervenção ao estudo de outras aplicações centrados noutros conteúdos matemáticos da plataforma *Hypatiamat*. Desta forma poderíamos avaliar o impacto e a eficácia da aplicação reforçando (ou não) os resultados desta investigação.

Por motivos de parcimónia, e dada as restrições temporais relacionadas com este projeto não foram analisadas variáveis de *log* recolhidas (e.g., frequência de utilização da AHTP, tempo médio na AHTP) que indicam de que forma é que a AHTP foi utilizada pelos diferentes alunos, pelo que, para aumentar a compreensão do comportamento do aluno recomenda-se em investigações futuras a análise da *log* file. Também se poderiam incluir outras medidas de evento tal como a inclusão de diários ou a medidas de *think aloud* (Azevedo, 2009).

Algumas variáveis dos próprios alunos como objetivos, atitudes e outras de âmbito familiar (e.g., implicação dos pais e encarregados de educação) bem como variáveis relativas aos processos de ensino como o papel do professor ou o tipo de exames (Cerezo et al., 2010), não foram incluídas nesta investigação, no entanto para obtermos uma visão holística das implicações desta investigação sugerimos a sua inclusão no desenho de investigações futuras.

Por último, apesar de, termos feito um esforço quer na formação quer no controlo das atividades dos professores em cada uma das condições, não nos é possível garantir que os professores em cada condição cumpriram exclusivamente o protocolo dessa condição. Assumimos a dificuldade de controlar em tantas turmas (120) e tantos professores (62) o cumprimento rigoroso do protocolo, no entanto, estudos futuros poderiam, por exemplo, através de observadores que visitariam as aulas de forma aleatória e não previamente combinada, para verificar, por amostragem, o cumprimento do protocolo da respetiva condição.

Em conclusão, esperamos que esta investigação estimule outras investigações centradas na promoção de abordagens de aprendizagem com recurso a aplicações hipermédia que culminarão na melhoria da qualidade das aprendizagens dos alunos.

Referências

Referências

- Albright, M., & Graf, D. (1992). *Teaching in the Information Age: The role of educational technology*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Aleven, V., Stahl, E., Schworm, S., Fischer, F., & Wallace, R. (2003). Help seeking and help design in interactive learning environments. *Review of Educational Research, 73*(2), 277-320. doi: 10.3102/00346543073003277
- Aleven, V., McLaren, B., Roll, I., & Koedinger, K. (2006a). Toward metacognitive tutoring: a model of help seeking with a cognitive tutor. *International Journal of Artificial Intelligence and Education, 16*(2), 101-128.
- Aleven, V., McLaren, B., & Koedinger, K. (2006b). Toward computer-based tutoring of help seeking skills. In S. A. Karabenick, & R. S. Newman (Eds.), *Help seeking in academic settings: Goals, groups and contexts* (pp. 259-296). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Aleven, V., McLaren, B., Sewall, J., & Koedinger, K. (2009). A new paradigm for intelligent tutoring systems: Example-tracing tutors. *International Journal of Artificial Intelligence in Education, 19*(2), 105-154.
- Aleven, V., Roll, I., McLaren, B., & Koedinger, K. (2010). Automated, unobtrusive, action-by-action assessment of self-regulation during learning with an intelligent tutoring system. *Educational Psychologist, 45*(4), 224-233.
- Anderson, J. (1990). *The adaptive character of thought*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Ash, J., & Director-Dunbar, D. (2005). *The effects of computer-assisted instruction on middle school mathematics achievement*. Tennessee State University.
- Azevedo, R. (2005). Using hypermedia as a metacognitive tool for enhancing student learning? The role of self-regulated learning. *Educational Psychologist, 40*(4), 199-209. doi: 10.1207/s15326985ep4004_2
- Azevedo, R. (2007). Understanding the complex nature of self-regulatory processes in learning with computer-based learning environments: An introduction. *Metacognition and Learning, 2*(2), 57-65. doi: 10.1007/s11409-007-9018-5.
- Azevedo, R. (2009). Theoretical, methodological, and analytical challenges in the research on metacognition and self-regulation: A commentary. *Metacognition & Learning, 4*(1), 87-95. doi: 10.1007/s11409-009-9035-7.
- Azevedo, R., Cromley, J., Winters, F., Moos, D., & Greene, J. (2005). Adaptive human scaffolding facilitates adolescents' self-regulated learning with hypermedia. *Instructional Science, 33*, 381-412. doi: 10.1007/s11251-005-1273-8

- Azevedo, R., Jennifer, C., Winters, F., Moos, D., & Greene, J. (2006). Using Computers as MetaCognitive Tools to Foster Students' Self-Regulated Learning. *Technology, Instruction, Cognition and Learning*, 3, 97-104. doi: 10.1.1.131.7941.
- Azevedo, R., & Jacobson, J. (2008). Advances in scaffolding learning with hypertext and hypermedia: a summary and critical analysis. *Education Technology Research Development*, 56(1), 93–100. doi: 10.1007/s11423-007-9064-3.
- Azevedo, R., & Witherspoon, A. M. (2009). Self-regulated learning with hypermedia. In D. J. Hacker, J. Dunlosky, & A. C. Graesser (Eds.), *Handbook of metacognition in education* (pp. 319-339). Mahwah, NJ: Routledge.
- Azevedo, R., Johnson, A., Chauncey, A., & Graesser, A. (2011). Use of hypermedia to assess and convey self-regulated learning. In B. Zimmerman, & D. Schunk (Eds.), *Handbook of self-regulation of learning and performance* (pp. 102-121). New York: Routledge.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: Freeman
- Bannert, M., & Reimann, P. (2012). Supporting self-regulated hypermedia learning through prompts. *Instructional Science*, 40(1), 193-211. doi: 10.1007/s11251-011-9167-4.
- Barker, P. (1996). Interface Design to Support Active Learning. In Patricia Carlson e Fillia Makedon (Eds), Proceedings of ED-MEDIA '96 – *World Conference on Educational Multimedia and Hypermedia* (pp. 19-24). Charlottesville: AACE.
- Berners-Lee, T., & Fischetti, M. (2000). *Weaving the Web: The Original Design and Ultimate Destiny of the World Wide Web*. New York: HarperCollins.
- Bloom, B. (1984). The 2 sigma problem: The search for methods of group instruction as effective as one-to-one tutoring. *Educational Researcher*, 13, 4-16.
- Boekaerts, M. (1996). Self-regulated learning at the junction of cognition and motivation. *European Psychologist*, 1(2), 100-112.
- Campbell, N. K., & Hackett, G. (1986). The effects of mathematics task performance on math self-efficacy and task interest. *Journal of Vocational Behavior*, 28(2), 149-162. doi: 10.1016/0001-8791(86)90048-5.
- Carmona, S. (1985). *Projecto para a Introdução das Novas Tecnologias no Sistema Educativo*. Lisboa: GEP – Ministério da Educação.
- Carvalho, A. (1999). *Os hipermédia em contexto educativo: Aplicação e validação da Teoria da Flexibilidade Cognitiva*. Braga: CIED-UM.
- Carvalho, A. (2002). Multimédia: um conceito em evolução. *Revista Portuguesa de Educação*, 15(1), 245-268.
- Carvalho, H. (Coord.), Ávila, P., Nico, M., & Pacheco, P. (2011). *As competências dos alunos: Resultados do PISA 2009 em Portugal*. Relatório de Pesquisa. CIES-IUL.

- Castells, M. (2007). *A Galáxia da Internet: Reflexões sobre Internet, Negócios e Sociedade*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Cerezo, R., Núñez, J. C., Rosário, P., Valle, A., Rodríguez, S., & Bernardo, A. (2010). New media for the promotion of self-regulated learning in higher education. *Psicothema*, *22*(2), 306-315.
- Chen, P. P. (2002). Exploring the accuracy and predictability of the self-efficacy beliefs of seventh-grade mathematics students. *Learning and individual differences*, *14*(1), 77-90. doi: 10.1016/j.lindif.2003.08.003.
- Cheung, A. C., & Slavin, R. E. (2013). The effectiveness of educational technology applications for enhancing mathematics achievement in K-12 classrooms: A meta-analysis. *Educational Research Review*, *9*, 88-113. doi: 10.1016/j.edurev.2013.01.001.
- Chi, M. T. H., Siler, S., Jeong, H., Yamauchi, T., & Hausmann, R. G. (2001). Learning from human tutoring. *Cognitive Science*, *25*, 471-533. doi: 10.1207/s15516709cog2504_1
- Coley, R., Cradleer, J., & Engel, P. (2000). *Computers and the classroom: The status of technology in US schools*. Princeton: Policy Information Report, Educational Testing Service.
- Conati, C. (2009). Intelligent tutoring systems: new challenges and directions. In *Proceedings of the 21st international joint conference on Artificial intelligence* (pp. 2-7). Morgan Kaufmann Publishers Inc.
- Costa, F. (2007). Tecnologias em educação – um século à procura de uma identidade. In F. Costa, H. Peralta, & S. Viseu (Orgs), *As TIC na educação em Portugal – Concepções e Práticas* (pp. 14-30). Porto: Porto Editora.
- Costa, F. (2012). Desenvolvimento curricular e TIC: Do déficit tecnológico ao déficit metodológico. In E. Albano, & J. Ferreira (Eds.), *Revisitar os Estudos Curriculares Onde estamos e para onde vamos?* (pp. 1790-1797). Lisboa: Secção Portuguesa da AFIRSE.
- Curran, P. J., West, S. G., & Finch, J. F. (1996). The robustness of test statistics to non-normality and specification error in confirmatory factor analysis. *Psychological Methods*, *1*(1), 16-29. doi: 10.1037/1082-989X.1.1.16.
- Davis, J. & Merrit, S. (1998). *The Web Design. Showcasing the best of On-Screen Communication*. Berkeley, CA: Peachipt Press.
- Dias, P. (1996). *Hipermédia, Educação e comunidades Virtuais de Aprendizagem*. Braga: IEP- Universidade do Minho, Disponível em <http://www.buscalegis.ufsc.br/revistas/index.php/buscalegis/article/viewFile/29181/28737> e consultado a 12/02/2013.
- Dias, P. (2000). Hipertexto, hipermédia e media do conhecimento: representação distribuída e aprendizagens flexíveis e colaborativas na Web. *Revista Portuguesa de Educação*, *13*(1), 141-167.
- Dodds, P. V. W., & Fletcher, J. D. (2004). Opportunities for new “smart” learning environments enabled by next generation web capabilities. *Journal of Education Multimedia and Hypermedia*, *13*(4), 391- 404.
- Evens, M., & Michael, J. (2006). *One-on-one tutoring by humans and machines*. Mahwah, NJ: Erlbaum.

- Feyzi-behnagh, R., Khezri, Z., & Azevedo, R. (2011). An Investigation of Accuracy of Metacognitive Judgments during Learning with an Intelligent Multi-Agent Hypermedia Environment, *The annual meeting of the Cognitive Science Society*, Cognitive Science Society, 96-101.
- Figueiredo, B. (2004). *Web Design. Estrutura, concepção e produção de sites Web*. Lisboa: FCA – Editora de Informática.
- Friedman, Thomas L. (2007). *O Mundo é Plano. Uma história breve do século XXI*. Lisboa: Editora Actual.
- Funkhouser, C. (2003). The effects of computer-augmented geometry instruction on student performance and attitudes. *Journal of Research on technology in education*, 35, 163-175.
- Graesser, A. C., Person, N., & Magliano, J. (1995). Collaborative dialog patterns in naturalistic one-on-one tutoring. *Applied Cognitive Psychology*, 9(6), 495–522. doi: 10.1002/acp.2350090604.
- Graesser, A. C., D'Mello, S. K., & Person, N. (2009). Meta-knowledge in tutoring. In D. J. Hacker, J. Dunlosky, & A. C. Graesser (Eds.), *Handbook of Metacognition in Education* (pp. 361-382). New York: Taylor & Francis.
- Graesser, A. C., Conley, M. W., & Olney, A. M. (2012). Intelligent tutoring systems. In S. Graham, & K. Harris (Eds.), *APA Educational Psychology Handbook: Vol. 3. Applications to Learning and Teaching* (pp. 451-473). Washington, DC: American Psychological Association.
- Greene, J. A., Moos, D. C., Azevedo, R., & Winters, F. I. (2008). Exploring differences between gifted and grade-level students' use of self-regulatory learning processes with hypermedia. *Computers and Education*, 50(3), 1069–1083. doi: 10.1016/j.compedu.2006.10.004.
- Gonçalves, Z., & Silva, B. (2003). TICE – factor de mudança na organização educativa?: Um estudo de caso sobre a integração das TICE numa Escola Nónio. In P. Dias, & V. Freitas (Orgs.), *Actas do III Congresso Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação, Challenges 2003* (pp. 427-434). Braga: Centro de Competência da Universidade do Minho.
- Hix, D., & Hartson, H. (1993). *Developing User Interfaces: Ensuring Usability Through Product & Process*. New York: John Wiley.
- Hoyer, J. (2005). Technology integration in education: the dilemma of shifting paradigms. *International Journal of Learning*, 12(6), 1–8.
- Hudson, S., Kadan, S., Lavin, K., & Vasquez, T. (2010). *Improving Basic Math Skills Using Technology*. Online Submission.
- Jacobson, M. J., & Azevedo, R. (2008). Advances in scaffolding learning with hypertext and hypermedia: Theoretical, empirical, and design issues. *Educational Technology Research and Development*, 56(1), 1-3. doi: 10.1007/s11423-007-9066-1.
- Järvelä, S. (2011). How does help seeking help?—New prospects in a variety of contexts. *Learning and Instruction*, 21(2), 297-299. doi: 10.1016/j.learninstruc.2010.07.006.

- Jonassen, D., Mayes, T., & McAleese, R. (1993). A manifesto for a constructivist approach to technology in higher education. In T. Duffy, D. Jonassen & J. Lowyck (eds), *Designing constructivist learning environments* (pp. 231-247). Berlin: Springer-Verlag
- Jonassen, D. H. (1996). *Computers in the classroom: mind tools for critical thinking*. Englewood Cliffs, NJ: Merrill/Prentice Hall.
- Jonassen, D. H. (2007). *Computadores, Ferramentas Cognitivas - Desenvolver o pensamento crítico nas escolas*. Porto: Porto Editora.
- Jonassen, D., Carr, C. & Yueh, H. (1998). Computers as Mindtools for engaging learners in critical thinking. *Tech Trends*, 43(2), 24-32. doi: 10.1007/BF02818172.
- Kaput, J. (1992). Technology and mathematics in education. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 515-556). New York: Macmillan.
- Karabenick, S. A. (2003). Seeking help in large college classes: A person-centered approach. *Contemporary Educational Psychology*, 28(1), 37-58. doi: 10.1016/S0361-476X(02)00012-7.
- Karabenick, S. A. (2004). Perceived achievement goal structure and college student help seeking. *Journal of Educational Psychology*, 96(3), 569-581. doi: 10.1037/0022-0663.96.3.569.
- Karabenick, S. A., & Newman, R. S. (2009). Seeking help: generalizable selfregulatory process and social-cultural barometer. In M. Wosnitza, S. A. Karabenick, A. Eklides, & P. Nenniger (Eds.), *Contemporary motivation research: From global to local perspectives* (pp. 25-48). Goettingen, Germany: Hogrefe & Huber.
- Karabenick, S. A. (2011a). Classroom and technology-supported help seeking: The need for converging research paradigms. *Learning and Instruction*, 21(2), 290-296. doi: 10.1016/j.learninstruc.2010.07.007.
- Karabenick, S. A. (2011b). Methodological and Assessment Issues in Research on Help Seeking. In B. Zimmerman, & D. Schunk (Eds.), *Handbook of Self-Regulation of Learning and Performance* (pp. 267 - 281). New York, NY: Routledge.
- Koedinger, K. R., & Corbett, A. T. (2006). Cognitive tutors: Technology bringing learning science to the classroom. *The Cambridge handbook of the learning sciences*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Kramarski B., & Gutman M. (2006). How can self-regulated learning be supported in mathematical E-learning environments? *Journal of Computer Assisted Learning*, 22(1), 24-33. doi: 10.1111/j.1365-2729.2006.00157.x.
- Krug, S. (2006). *Não Me Faça Pensar. Uma Abordagem de Bom Senso à Usabilidade na Web*. Rio de Janeiro: Editora Alta Books.

- Lajoie, S. P., & Azevedo, R. (2006). Teaching and learning in technology-rich environments. In P. A. Alexander, & P. H. Winne (Eds.), *Handbook of Educational Psychology*, (pp. 803–821). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Levin, B. (2006). Schools in challenging circumstances. A reflection on what we know and what we need to know. *School Effectiveness and School Improvement*, 17(4), 339-407. doi: 10.1080/09243450600743459.
- Lévy, P. (1994). *As tecnologias da Inteligência*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Li, Q., & Ma, X. (2010). Meta-analysis of the Effects of Computer Technology on School Students' Mathematics Learning. *Educational Psychology Review* 22(3), 215-243. doi: 10.1007/s10648-010-9125-8.
- Liao Y. K. (2007). Effects of computer-assisted instruction on students achievement in Taiwan: A meta-analysis. *Computers and Education*, 48(2), 216-233. doi: 10.1016/j.compedu.2004.12.005.
- Lou, Y., Abrami, P. C., & d'Apollonia, S. (2001). Small group and individual learning with technology: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 71(3), 449–521. doi: 10.3102/00346543071003449.
- Lou, Y. (2004). Learning to solve complex problems through between-group collaboration in project-based online courses. *Distance Education*, 25(1), 49–66. DOI: 10.1080/0158791042000212459.
- MacGregor, S. K. (1999). Hypermedia navigation profiles: cognitive characteristics and information processing strategies. *Journal of Educational Computing Research*, 20(2), 189–206. DOI:10.2190/1MEC-C0W6-111H-YQ6A.
- Mathews, M., & Mitrovic, T. (2008). How does students' help-seeking behaviour affect learning? In E. Aimeur, & B. P. Woolf (Eds.), *Proceedings of the 9th international conference on intelligent tutoring systems* (pp. 363-372). Berlin: Springer.
- Mercado, L. P. L. (2001). *A Internet como ambiente auxiliar do professor no processo ensino-aprendizagem*. Disponível em: <http://www.virtualeduca.org/virtual/actas2002/actas02/211.pdf> acedido a 27/01/2013.
- Merrill, D. C., Reiser, B. J., Ranney, M., & Trafton, J. G. (1992). Effective tutoring techniques: A comparison of human tutors and intelligent tutoring systems. *The Journal of the Learning Sciences*, 2(3), 277–306. DOI: 10.1207/s15327809jls0203_2.
- Moos, D., & Azevedo, R. (2006). The Role of Goal Structure in Undergraduates' Use of Self-Regulatory Processes in Two Hypermedia Learning Tasks. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 15(1), 49-86.
- Moos, D., & Azevedo, R. (2008). Monitoring, planning, and self-efficacy during learning with hypermedia: The impact of conceptual scaffolds. *Computers in Human Behavior*, 24(4), 1686-1706. doi: 10.1016/j.chb.2007.07.001.

- Moreira, A. F. B., & Kramer, S. (2007). Contemporaneidade, educação Tecnologia. *Educação & Sociedade*, 28(100), 1037-1057.
- Newman, R. S. (1994). Academic help seeking: A strategy of self-regulated learning. In D. H. Schunk & B. J. Zimmerman (Eds.), *Self-regulation of Learning and Performance: Issues and Educational Applications* (pp. 283-301). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Newman, R. S. (2000). Social Influences on the Development of Children's Adaptive Help Seeking: The Role of Parents, Teachers, and Peers. *Developmental Review*, 20(3), 350-404. doi: 10.1006/drev.1999.0502.
- Nelson-Le Gall, S. (1981). Help-seeking: An understudied problem-solving skill in children. *Developmental Review*, 1(3), 224 - 246. doi: 10.1016/0273-2297(81)90019-8.
- Nelson-Le Gall, S. A. (1987). Necessary and unnecessary help-seeking in children. *Journal of Genetic Psychology*, 148(1), 53-62. doi: 10.1080/00221325.1987.9914536.
- Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering*. AP Professional
- Nielsen, J. (2000). *Designing Web Usability*, Indianapolis: New Riders.
- NCTM (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, Va: Author.
- NCTM (2007). *Princípios e Normas para a Matemática Escolar*. Lisboa: Associação de Professores de Matemática.
- NTCM (2012). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, Va: Author.
- Núñez, J., Rosário, P., Vallejo, G., & González-Pienda, J. (2013). A longitudinal assessment of the effectiveness of a school-based mentoring program in middle school. *Contemporary Educational Psychology*, 38(1), 11–21. doi: 10.1016/j.cedpsych.2012.10.002.
- OECD (2010). *PISA 2009 Results: What Students Know and Can Do – Student Performance in Reading, Mathematics and Science (Volume I)*. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1787/9789264091450-en> acessado a 31/02/2013.
- OECD (2012). *PISA 2012 Results: What Students Know and Can Do – Student Performance in Mathematics, Reading and Science (Volume I)*. Disponível em <http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2012-results-volume-I.pdf> acessado a 22/12/2013.
- Paiva, J. (2002). *As tecnologias de informação e comunicação: utilização pelos professores*. Programa Nónio Século XXI.
- Paris, S.G. & Byrnes, J. P. (1989). The construtivist approach to self-regulation and learning in the classromm, In: B.J. Zimmerman, & D.H. Schunk (Eds.), *Self-regulated Learning and academic Achievement: Theory, research, and practice* (pp. 169-200). New York, Springer.
- Pearrow, M. (2007). *Web Usability HandBook*. Boston, Massachusetts: Charles River Media.

- Pereira, S., & Pereira, L. (2011). Políticas tecnológicas educativas em Portugal: do Projecto MINERVA à Iniciativa e-Escolinha. *Congresso Nacional "Literacia, Media e Cidadania"*, Braga, Universidade do Minho, 25-26 de Março de 2011, 157-168.
- Pilli, O., & Aksu, M. (2013). The effects of computer-assisted instruction on the achievement, attitudes and retention of fourth grade mathematics students in North Cyprus. *Computers & Education*, 62, 62-71. doi: 10.1016/j.compedu.2012.10.010.
- Pintrich, P. (2000). The role of goal orientation in self-regulated learning. In M. Boekaerts, P. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 451-502). San Diego: Academic.
- Pintrich, P., Wolters, C., & Baxter, G. (2000). Assessing metacognition and self-regulated learning. In G. Schraw and J. Impara (Eds.), *Issues in the measurement of metacognition* (pp. 43-97). Lincoln, NE: Buros Institute of Mental Measurements.
- Pintrich, P. (2004). A conceptual framework for assessing motivation and self-regulated learning in college students. *Educational Psychology Review*, 16(4), 385-407. doi:10.1007/s10648-004-0006-x.
- Ponte, J. (1994). *O projecto Minerva. Introduzindo as NTI na Educação em Portugal*. Lisboa: Ministério da Educação. Disponível em [http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-pt/94-Ponte\(MINERVA-PT\).doc](http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-pt/94-Ponte(MINERVA-PT).doc) e consultado em 07/02/2013.
- Ponte, J. (2003). A crise no ensino da Matemática. *Educação Matemática*, 71, 3-8.
- Powell, T. (2002). *Web Design: The Complete Reference*. New York: McGraw-Hill.
- Preckel, F., Holling, H., & Vock, M. (2006). Academic underachievement: relationship with cognitive motivation, achievement motivation, and conscientiousness. *Psychology in the Schools*, 43(3), 401-411. doi: 10.1002/pits.20154.
- Preece, J., Rogers, Y. Sharp, H., Benyon, D., Holland, S., & Carey, T. (1994). *Human-Computer Interaction*. Harlow: Addison Wesley.
- Prensky, M. (2006). *Don't Bother me, Mom, I'm Learning! – How computer and video games are preparing your kids for 21st century success and how you can help!*. St. Paul, Minnesota: Paragon House.
- Ramos, J. (2008). Reflexões sobre a utilização educativa dos computadores e da Internet na escola. In F. Costa, H. Peralta, & S. Viseu. (Orgs.). *As TIC na educação em Portugal – Concepções e Práticas* (pp. 143-169). Porto: Porto Editora
- Reif, F., & Scott, L. A. (1999). Teaching scientific thinking skills: Students and computers coaching each other. *American Journal of Physics*, 67(9), 819–831. doi.org/10.1119/1.19130.
- Renkl, A. (2002). Worked-out examples: instructional explanations support learning by self-explanations. *Learning and Instruction*, 12(5), 529-556. doi.org/10.1016/S0959-4752(01)00030-5.
- Roll, Ido; Alevan, Vincent; McLaren, Bruce M.; Ryu, Eunjeong; Baker, Ryan S.J.d; and Koedinger, Kenneth R., (2006). *The Help Tutor: Does Metacognitive Feedback Improve Students' Help-Seeking Actions, Skills, and Learning?*. Human-Computer Interaction Institute. Paper 146.

- Roll, Ido; Alevon, Vincent; McLaren, Bruce M.; and Koedinger, Kenneth R., (2011). Improving students' help-seeking skills using metacognitive feedback in an intelligent tutoring system. *Learning and Instruction*, 21, 267-280. doi: 10.1016/j.learninstruc.2010.07.004.
- Rosário, P. (2002). *Estórias sobre o estudar, histórias para estudar. Narrativas autorregulatórias na sala de aula*. Porto: Porto Editora.
- Rosário, P. (2004). *Estudar o estudar: (Des)venturas do Testas*. Porto: Porto Editora.
- Rosário, P., Mourão, R., Salgado, A., Rodrigues, A., Silva, C., Marques, C., Amorim, L., Machado, S., Núñez, J., González-Pienda, J., & Hernández-Pina, F. (2006). Trabalhar e estudar sob a lente dos processos e estratégias de auto-regulação da aprendizagem. *Psicologia, Educação e Cultura*, 10(1), 77-88.
- Rosário, P., Núñez, J., & González-Pienda, J. (2006). *Comprometer-se com o estudar na universidade: cartas do Gervásio ao seu umbigo*. Porto: Almedina.
- Rosário, P., Núñez, J., & González-Pienda, J. (2007). *Sarilhos do Amarelo*. Porto: Porto Editora.
- Rosário, P., Simão, A., Chaleta, E. & Grácio, L. (2008). Auto-regular o aprender em sala de aula. In M. Abrahão (Org.), *Professores e Alunos: aprendizagens significativas em comunidades de prática educativa* (pp. 115-132). Porto Alegre: ediPUCRS.
- Rosário, P., González-Pienda, J., Cerezo, R., Pinto, R., Ferreira, P., Lourenço, A. & Paiva, O. (2010). Eficacia del programa “(des)venturas de Testas” para la promoción de un enfoque profundo de estudio. *Psicothema*, 22(4), 828-834.
- Rosário, P., Núñez, J. C., González-Pienda, J., Valle, A., Trigo, L., & Guimarães, C. (2010). Enhancing self-regulation and approaches in first-year college students: A narrative-based program assessed in the Iberian Peninsula. *European Journal of Psychology of Education*, 25, 411-428. doi: 10.1007/s10212-010-0020-y.
- Rosário, P., Lourenço, A., Paiva, M. O., Núñez, J. C., González-Pienda, J. & Valle, A. (2012). Autoeficacia y utilidad percibida como condiciones necesarias para un aprendizaje académico autorregulado. *Anales de Psicología*, 28(1), 37-44.
- Rosário, P., Núñez, J. C., Valle, A., González-Pienda, J., & Lourenço, A. (2013). Grade level, study time, and grade retention and their effects on motivation, self-regulated learning strategies, and mathematics achievement: a structural equation model. *European Journal of Psychology of Education*, 28(4), 1311-1331. doi: 10.1007/s10212-012-0167-9.
- Rosário, P., Núñez, J.C., Ferrando, P., Paiva, O., Lourenço, A., Cerezo, R., & Valle, A. (2013). The relationship between approaches to teaching and approaches to studying: A two-level structural equation model for biology achievement in high school. *Metacognition and learning*, 8, 44-77. doi: 10.1007/s11409-013-9095-6.
- Rosário, P., & Polydoro, S. (2012). *Capitanar o Aprender: Promoção da autorregulação da aprendizagem no contexto escolar*. São Paulo: Casa do Psicólogo.

- Rubin, J., & Chisnell, D. (2008). *Handbook of Usability Testing: How to Plan, Design, and Conduct Effective Tests*. Indianapolis: John Wiley.
- Ryan, A. M., Patrick, H., & Shim, S.O. (2005). Differential profiles of students identified by their teacher as having avoidant, appropriate or dependent help-seeking tendencies in the classroom. *Journal of Educational Psychology, 97*(2), 275-285. doi: 10.1037/0022-0663.97.2.275.
- Ryan, A. M., & Shin, H. (2011). Help-seeking tendencies during early adolescence: An examination of motivational correlates and consequences for achievement. *Learning and Instruction, 21*(2), 247 - 256. doi.org/10.1016/j.learninstruc.2010.07.003.
- Shafer, S. (2008). *HTML, XHTML, and CSS Bible, Fourth Edition*. Indianapolis: Wiley Publishing, Inc.
- Schunk, D. (1991). Self-efficacy and academic motivation. *Educational Psychologist, 26*, 207-231.
- Schunk, D. (1995). Self-efficacy and education and instruction. In J. E. Maddux (Ed.), *Self-efficacy, adaptation, and adjustment: Theory, research, and application* (pp. 281-303). New York: Plenum Press.
- Schunk, D., & Ertmer, P. (2000). Self-regulation and academic learning: Self-efficacy enhancing interventions. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation*, (pp. 631-649). San Diego, CA, US: Academic Press.
- Silva, M. (2006). *Sala de aula interactiva* (4.ª edição). Rio de Janeiro: Quartet Editora.
- Silva, B. & Silva, A. (1999). Um olhar sobre a avaliação do Programa Nónio no âmbito da intervenção do Centro de Competência da Universidade do Minho. In: *Conferência Internacional Challengens'99/Desafios'99, 1* (pp. 541-573). Braga: Universidade do Minho, 1999.
- Silva, B. (2001). As tecnologias de informação e comunicação nas reformas educativas em Portugal. In Paulo Dias & Varela de Freitas (Orgs.), *Actas da II Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação*. Braga: Centro de Competência Nónio Século XXI da UM, Disponível em <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/491/1/BentoSilva.pdf> e consultado a 07/03/2013.
- Silva, B. & Silva, A. (2002). *Programa Nónio Século XXI: O desenvolvimento dos projectos das escolas do centro de competência da Universidade do Minho*. Braga: Universidade do Minho.
- Silva, B. (2007). *Tecnologias, Ecologias da Comunicação e Contextos educacionais. Comunicação* apresentada no V Congresso da SOPCOM, Comunicação e Cidadania. Braga: Universidade do Minho, 6-8 Setembro de 2007.
- Silva, B. (2011). *Plano Tecnológico da Educação em Portugal: Análise dos Relatórios dos Planos TIC* (no ano de lançamento, 2006-2007). Braga: Centro de Formação Braga-Sul.
- Smith, P., Rudd, P., & Coghlan, M. (2008). *Harnessing Technology Schools Survey 2008: report 2: data*.
- Tamim, R.M., Bernard, R.M., Brookhovski, E., Abrami, P.C., Schmid, R.F. (2011). What forty years of research says about the impact of technology on learning: A second Border meta analysis and validation study. *Review of Educational Research, 81*(1), 4-28. .doi: 10.3102/0034654310393361.

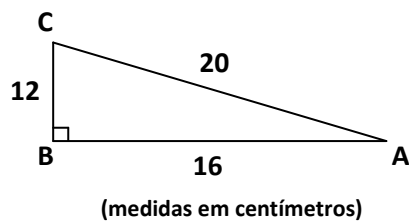
- Usher, E. L., & Pajares, F. (2009). Sources of self-efficacy in mathematics: A validation study. *Contemporary Educational Psychology, 34*(1), 89-101. doi.org/10.1016/j.cedpsych.2008.09.002.
- VanLehn, K. (2011). The relative effectiveness of human tutoring, intelligent tutoring systems, and other tutoring systems. *Educational Psychologist, 46*(4), 197-221. doi.org/10.1080/00461520.2011.611369.
- VanLehn, K., Graesser, A. C., Jackson, G. T., Jordan, P., Olney, A., & Rose, C. P. (2007). When are tutorial dialogues more effective than reading? *Cognitive Science, 31*(1), 3-62.
- Weerasinghe, A., du Boulay, B., & Biswas, G. (2013). Workshop on Self-Regulated Learning in Educational Technologies (SRL@ ET): Supporting, Modeling, Evaluating, and Fostering Metacognition with Computer-Based Learning Environments. In *Artificial Intelligence in Education* (pp. 956-956). Springer Berlin Heidelberg.
- Weinert, F. E. (1982). Selbstgesteuertes Lernen als Voraussetzung, Methode und Ziel des Unterrichts [Self-regulated learning as prerequisite, method and objective of instruction], *Unterrichtswissenschaft, 10* (2), pp. 99-110.
- Winne, P. H., & Hadwin, A. F. (1998). Studying as self-regulated engagement in learning. In D. Hacker, J. Dunlosky, & A. Graesser (Eds.), *Metacognition in Educational Theory and Practice* (pp. 277-304). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Winters, Fielding I., Greene, Jeffrey A., & Costich, Claudine M. (2008). Self-Regulation of Learning within Computer-based Learning Environments: A Critical Analysis. *Educational Psychology Review 20*, 429-444. doi: 10.1007/s10648-008-9080-9.
- Wood, H. A., & Wood, D. J. (1999). Help seeking, learning, and contingente tutoring. *Computers and Education, 33*(2), 153-169.
- Woolf, B. P. (2009). *Building intelligent interactive tutors: Student-centered strategies for revolutionizing e-learning*. NewYork: Morgan Kaufmann.
- Zeidner, M., Boekaerts, M., & Pintrich, P. (2000). Self-regulation. Directions and challenges for future research. In M. Boekarts, P. Pintrich, & M. Zeider (Eds.), *Handbook of Self-regulation* (pp. 749-768). New York: Academic Press.
- Zimmerman, B. J. (1990). Self-regulated learning and academic achievement: An overview. *Educational Psychologist, 25*, 3-17.
- Zimmerman, B. J., & Martinez-Pons, M. (1990). Student differences in selfregulated learning: relating grade, sex, and giftedness to self-efficacy and strategy use. *Journal of Educational Psychology, 82*(1), 51-59.
- Zimmerman, B.J. (1998a). Academic studying and the development of personal skill: A self-regulatory perspective. *Educational Psychologist, 33*, 73-86.

-
- Zimmerman, B. J. (1998b). Developing self-fulfilling cycles of academic regulation: An analysis of exemplary instructional models. In D. H. Schunk & B. J. Zimmerman (Eds.), *Self-regulated learning: From teaching to self-reflective Practice* (pp. 1-19). New York: The Guilford Press.
- Zimmerman, B. J. (2000). Attaining self-regulation. A social cognitive perspective. In M. Boekaerts, P. Pintrich & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation*. New York (pp. 13-39) San Diego: Academic Press.
- Zimmerman, B. J. (2001). Theories of self-regulated learning and academic achievement: an overview and analysis. In B. J. Zimmerman, & D. E. Schunk (Eds.), *Self-regulated learning and academic achievement: Theoretical perspectives* (pp. 1–37). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Zimmerman, B. J. (2008). Investigating self-regulation and motivation: historical background, methodological developments, and future prospects. *American Educational Research Journal*, 45(1), 166-183. doi: 10.3102/0002831207312909.

Anexos

Anexo A: Exemplos de questões do Pré-teste

4. Observa o triângulo **[ABC]** retângulo em **B**. Qual a medida, **A**, da sua área?



[A] A = 48

[B] A = 96

[C] A = 192

[D] A = 160

5. Calcula o valor da seguinte expressão numérica:

$$5^2 + 6 \times (10^2 - 8^2) + \sqrt{5^2 - 3^2}$$

Resposta _____

$$5^2 + 6 \times (10^2 - 8^2) + \sqrt{5^2 - 3^2} =$$

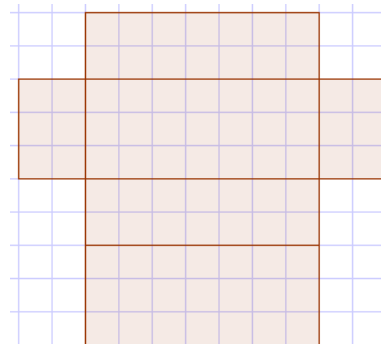
9. Determina o perímetro de um quadrado com 20 cm^2 de área.

Resposta _____

Anexo B: Exemplos de questões do Pós-teste

4. Na figura seguinte, podes observar a planificação da superfície de um paralelepípedo.

Sabendo que cada quadrícula tem 1 cm^2 de área, determina a medida do comprimento da diagonal do paralelepípedo.



Resposta

5. Qual dos seguintes ternos é um terno pitagórico?

[A] (11, 60, 61)

[B] (1,5; 2; 3)

[C] ($\sqrt{2}$; $\sqrt{3}$; $\sqrt{5}$)

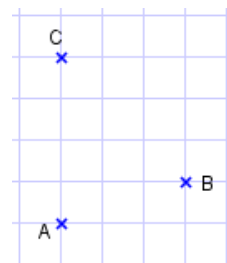
[D] (2, 3, 5)

6. No quadriculado da figura seguinte estão assinalados os pontos A, B e C.

O lado de cada quadrícula é igual a 1 cm.

Determina o perímetro, em centímetros, do triângulo [ABC].

Apresenta o resultado arredondado às centésimas.



Resposta

Anexo C: Critérios de correção das questões do pré-teste apresentadas como exemplo

4. 8 Pontos

Alternativa correta [B] ($A = \frac{12 \times 16}{2} = \frac{192}{2} = 96$) 8 pontos

5. 12 Pontos

A classificação deve ser atribuída de acordo com as seguintes etapas:

Calcula corretamente o valor numérico das potências:

$$25 + 6 \times (100 - 64) + \sqrt{25 - 9} \dots\dots\dots 3 \text{ pontos}$$

Desembaraça corretamente de parênteses:

$$25 + 216 + \sqrt{25 - 9} \dots\dots\dots 3 \text{ pontos}$$

Calcula corretamente o valor numérico da raiz quadrada:

$$25 + 216 + 4 \dots\dots\dots 3 \text{ pontos}$$

Efetua corretamente os cálculos:

$$245 \dots\dots\dots 3 \text{ pontos}$$

9. 18 Pontos

A classificação deve ser atribuída de acordo com as seguintes etapas:

Escrever uma equação, ou equivalente, que traduza o problema:

$$x^2 = 20 \dots\dots\dots 4 \text{ pontos}$$

Resolver a equação e assim determinar o lado do quadrado:

$$x = -\sqrt{20} \vee x = +\sqrt{20} \dots\dots\dots 8 \text{ pontos}$$

Calcular o perímetro:

$$P = 4 \times \sqrt{20} \text{ cm} \dots\dots\dots 6 \text{ pontos}$$

Anexo D: Critérios de correção das questões do pós-teste apresentadas como exemplo

4. 12 Pontos

A classificação deve ser atribuída de acordo com as seguintes etapas:

Determinar o comprimento do lado de uma quadrícula:

$$e^2 = 1 \Leftrightarrow e = \sqrt{1} = 1 \text{ 2 pontos}$$

Determinar o comprimento das arestas do paralelepípedo:

$$c = 7 \text{ cm ; } l = 3 \text{ cm e } a = 2 \text{ cm 2 pontos}$$

Determinar a diagonal:

$$d^2 = 7^2 + 3^2 + 2^2 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow d^2 = 49 + 9 + 4 \Leftrightarrow d = \sqrt{62} \text{ 8 pontos}$$

5. 8 Pontos

Alternativa correta **[A]** 8 pontos

(porque o terço é constituído por números naturais e $61^2 = 60^2 + 11^2$)

6. 12 Pontos

A classificação deve ser atribuída de acordo com as seguintes etapas:

Determinar a medida x de \overline{AC} 3 pontos

Determinar a medida y de \overline{AB} :

$$y^2 = 3^2 + 1^2 \Leftrightarrow y = \sqrt{10} \approx 3,16 \text{ 3 pontos}$$

Determinar a medida z de \overline{BC} :

$$z^2 = 3^2 + 3^2 \Leftrightarrow y = \sqrt{18} \approx 4,24 \text{ 3 pontos}$$

Calcula o perímetro:

$$P \approx 4 \text{ cm} + 3,16 \text{ cm} + 4,24 \text{ cm} = 11,40 \text{ cm} \text{ 3 pontos}$$

(erros nos arredondamentos: descontar 1 ponto)

Anexo E: Plano para a realização dos testes com utilizadores

Adoptando algumas das sugestões de Nielsen (1993), Pearrow (2007) e Rubin (2008) foi elaborado o seguinte plano para a realização dos testes com utilizadores:

Objectivo dos testes: verificar se os utilizadores não têm dificuldade em encontrar aquilo que procuram, se ficam satisfeitos ao navegar na aplicação hipermédia do Teorema de Pitágoras e se não encontram erros.

O local e a data: Salas das sedes dos Agrupamentos de Escolas (em Braga) envolvidas nos testes de usabilidade em Março de 2012.

O tempo previsto para cada sessão do teste: 45 minutos, com base num pré-teste realizado com um aluno.

A tecnologia necessária: Computador com ligação à Internet e gravador de áudio para registar as observações dos utilizadores.

O estado do sistema no início do teste: Página inicial da aplicação hipermédia do Teorema de Pitágoras (disponível através da plataforma *Hypatiamat*).

Definição dos moderadores: Pessoa que conhece bem a plataforma Hypatiamat e a aplicação hipermédia do Teorema de Pitágoras e já tem experiência com testes de usabilidade.

Características dos utilizadores que realizarão o teste: 5 alunos e 5 professores.

Número de utilizadores necessários: 10 (5 + 5) utilizadores.

Tarefas que os utilizadores irão realizar: As que constam da grelha de observação.

Crítérios utilizados para definir o término de uma tarefa por parte do utilizador: Quando o utilizador já não consegue fazer mais nada que o leve à efetiva concretização da tarefa.

Que tipo de ajudas pode ter o utilizador: ajudas que não interferem na execução das tarefas, por exemplo, recurso a papel e lápis.

Tipo de ajudas que o moderador pode fornecer ao utilizador: ajudas meramente técnicas, por exemplo, indicar a localização de uma tecla.

Definição da informação que irá ser recolhida e como será analisada: a que consta na grelha de observação, ou seja, comentários, observações, sugestões, tempos de resposta e número de tentativas para executar uma tarefa. A análise da informação recolhida é baseada nos tempos de resposta e na execução correta (ou não) das tarefas.

Recomendações: Depois de recolhidos os dados devem ser feitas recomendações de alteração à aplicação hipermédia do Teorema de Pitágoras de forma a responder aos principais problemas detetados aquando da realização dos testes com utilizadores.

Anexo F: Grelha de Observação

Grelha de Observação

Hypatiamat, Teorema de Pitágoras

<http://www.hypatiamat.com/teorpitagoras/teorpitagoras.php>

Nome: _____ Idade: _____ Data

_____/_____/_____

Início: _____h Fim: _____h Tempo dispendido _____

Guião de tarefas	Dificuldades, comentários...	Tempo de resposta		Nº de tentativas
		Imediato	Não mediato (indicar seg.)	
1. Entrar na aplicação do Teorema de Pitágoras com o nome de utilizador e palavra-chave fornecidos				
2. Identificar os principais subtemas da aplicação hipermédia do TP.				

3. Manipular o triângulo, pelos seus vértices, da página 4.				
4. Resolver a tarefa da página 12.				
5. Ir até à página 43, não responder, carregar no botão corrigir e solicitar a 1.ª das ajudas existentes ao tutor digital.				
6. Aceder ao <i>skillómetro</i> .				
7. Desligar o tutor digital (o avatar).				
8. Resolver um teste de conhecimentos na página 38.				
9. Na tarefa da página 60 gera três dados diferentes.				
10. Aceder à 1.ª tarefa dos exames nacionais e/ou internacionais.				

Anexo G: Questionário para avaliar o grau de satisfação dos utilizadores

Este questionário tem por objectivo medir o teu grau de satisfação ao navegar pela aplicação hipermédia do Teorema de Pitágoras (AHTP) existente na plataforma *Hypatiamat*. É composto por 25 afirmações perante as quais deves assinalar a tua opinião (concordo, Indeciso ou Não Concordo) e por uma questão onde deves realizar a apreciação global da aplicação acima referida. Perante cada afirmação assinala com uma cruz apenas 1 quadrícula.

	Concordo	Indeciso	Não concordo
1. A AHTP é fácil de usar _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. A AHTP é demasiado lenta _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Recomendaria esta aplicação aos meus colegas _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. São precisos muitos passos para se conseguir fazer qualquer coisa _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Utilizar este <i>aplicação</i> é um desperdício de tempo _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. É difícil aprender a utilizar todas as potencialidades da AHTP _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. A AHTP nem sempre fez aquilo que eu esperava _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. É fácil mudarmos de uma parte da aplicação para outra _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. É fácil visualizar rapidamente as opções em cada página(frame) _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. É fácil aprender a navegar nesta aplicação _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Por vezes senti-me “perdido” _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Divirto-me ao navegar nesta aplicação _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. É fácil avançar e retroceder nesta aplicação _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Consigo voltar atrás sempre que quero _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

15. Eu sei sempre em que página(frame) estou e sei como chegar aonde pretendo ir _____
16. A aplicação tem uma apresentação bem organizada _____
17. Os títulos das páginas da AHTP são intuitivos _____
18. A ajuda fornecida nesta aplicação é suficiente _____
19. A informação disponibilizada é compreensível _____
20. A AHTP tem uma apresentação legível _____
21. A AHTP é visualmente agradável _____
22. A informação disponibilizada é útil _____
23. A AHTP pode ajudar-me no meu estudo/nas aulas _____
24. Trabalhar com esta aplicação é mentalmente estimulante _____
25. Gostava de utilizar esta aplicação diariamente/com os meus alunos _____

26. Atribui uma classificação de qualidade global a esta aplicação (AHTP), atendendo a todos os parâmetros que analisaste.

Excelente

Muito Boa

Boa

Razoável

Fraca

Muito obrigado pela tua colaboração