



Universidade do Minho
Instituto de Educação

António Diogo Ferreira Leite de Novais Machado

**O Desenvolvimento de um Hiperdocumento
sobre a Resolução de Problemas e
sua Utilização na Aprendizagem:
Um estudo de caso com alunos do 6.º ano**



Universidade do Minho
Instituto de Educação

António Diogo Ferreira Leite de Novais Machado

**O Desenvolvimento de um Hiperdocumento
sobre a Resolução de Problemas e
sua Utilização na Aprendizagem:
Um estudo de caso com alunos do 6.º Ano**

Dissertação de Mestrado
Mestrado em Ciências da Educação
Área de Especialização em Tecnologia Educativa

Trabalho realizado sob a orientação da

Doutora Clara Maria Gil Fernandes Pereira Coutinho
e do

Doutor Pedro José Sales Luís de Fonseca Rosário

Outubro de 2010

AUTORIZAÇÃO

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, ___/___/_____

Assinatura: _____

À Catarina, por brilhar alto no meu céu.

AGRADECIMENTOS

Cedo aprendi que devemos investir constantemente na nossa formação pessoal e profissional, e que tudo que alcançamos deve ser fruto do nosso trabalho, empenho e dedicação. No seguimento desta máxima, iniciei há cerca de dois anos este percurso que agora concluo. No entanto, o caminho foi longo e árduo, exigindo dedicação e empenho da minha parte, possível também graças ao apoio de vários.

Os papéis de investigador e professor nem sempre foram conciliáveis e, nesse sentido, o apoio e a compreensão dos mais próximos foram basilares. Assim, os conselhos, o estímulo e a orientação para alcançar o final, foram deveras pertinentes. Conteí então com os meus familiares mais próximos, os verdadeiros amigos, os professores e os colegas que me acompanharam neste percurso. Desta forma, agradeço a todos que tornaram este trabalho possível, em especial:

- à minha mãe e aos meus irmãos, por todo o carinho, inspiração e apoio ao longo dos meus trinta e um anos e nos dois últimos em particular;
- à Catarina, por acreditar em mim, mesmo quando eu próprio duvidei;
- à Professora Doutora Clara Coutinho e Professor Doutor Pedro Rosário, pelos seus preciosos conselhos, orientação, disponibilidade e pertinência das suas intervenções, acreditando sempre no meu potencial;
- à família Lages, pelo porto de abrigo em todos as horas;
- à Rute e ao Tiago, pela amizade e partilhas nestes dois anos;
- a todos os colegas que comigo iniciaram este percurso, pelo seu companheirismo;
- aos alunos que participaram e colaboraram neste estudo e na recolha dos dados de investigação.

A todos, obrigado!

RESUMO DA TESE

Assistimos, presentemente, a uma revolução tecnológica a operar-se em vagas nas escolas portuguesas. Graças ao Plano Tecnológico para a Educação, as escolas têm vindo a ser apetrechadas de recursos tecnológicos propiciadoras de maior envolvimento por parte dos alunos na sua aprendizagem. Conscientes da influência que a tecnologia exerce sobre os alunos, e pretendendo ir ao encontro dos objectivos definidos no novo Programa de Matemática para o Ensino Básico, desenvolvemos o presente estudo baseado na utilização de um hiperdocumento sobre a resolução de problemas. Pretendemos, assim, fornecer informações sobre a eficácia da utilização de hiperdocumentos elaborados segundo uma lógica de auto-regulação na aquisição de conhecimentos.

Foram objectivos do estudo: 1) Construir um hiperdocumento interactivo sobre a resolução de problemas; 2) Verificar a eficácia do hiperdocumento concebido na resolução de problemas pelos alunos, através da análise das suas verbalizações e 3) Analisar os processos cognitivos utilizados pelos alunos durante o processo de resolução de problemas.

Tendo em conta os objectivos do estudo e os recursos humanos disponíveis, optou-se por desenvolver um estudo qualitativo, num formato de estudo de caso envolvendo oito alunos do 6.º ano de escolaridade. Primeiramente foi construído um hiperdocumento interactivo baseado nos contributos de auto-regulação da aprendizagem e do processo de resolução de problemas. Os participantes resolveram um problema antes de estudar o hiperdocumento e outro após a realização desta tarefa. Os dados recolhidos através das verbalizações dos alunos no pré e pós-teste, foram sujeitos a análise de conteúdo e comparados com um quadro conceptual de síntese desenvolvido para o efeito.

Os resultados obtidos indiciam diferenças nos processos desenvolvidos durante a resolução de problemas, antes e depois da exploração do hiperdocumento, o que parece fundamentar a utilização deste tipo de materiais interactivos e promotores da auto-regulação dos alunos, promovendo mais empenho, maior interacção e facilitando a compreensão das matérias leccionadas e o sucesso escolar.

SUMMARY

We are presently witnessing a technological revolution operating in waves in portuguese schools. Due to the Technological Plan for Education, schools are being equipped with technological resources that enhance a larger student involvement in their education. Knowing this technological influence in students, and being aware of the objectives in the New Math Program, we developed the present study based in the use of a hyperdocument to help students in problem solving tasks. We intend to collect information about the efficiency of the use of self-regulation hyperdocuments in the acquisition of new learnings.

The objectives of this study are to: 1) build an interactive hyperdocument to help students in problem solving, 2) verify the efficiency of the hyperdocument through the analysis of think-aloud protocols and 3) analyse student mental processes throughout problem solving.

Due to the human resources available at the time, we developed a qualitative study, based in a case study with eight 6th grade students. Firstly we develop an interactive hyperdocument based in self-regulated learning and problem solving tasks contributions. The participants were involved in a problem solving task before exploring the hyperdocument and again after it. The data gathered trough think-aloud protocols were compared to info in a table developed earlier.

The results suggest advantages in the use of the hyperdocument, supporting the importance of the use of interactive and technological platforms in promoting self-regulation in students, thereby promoting more motivation, interaction, comprehension and school success.

INDICE

AGRADECIMENTOS	V
RESUMO DA TESE.....	VII
SUMMARY.....	IX
INDICE.....	XI
INTRODUÇÃO.....	15
I – QUESTÕES DE INVESTIGAÇÃO E OBJECTIVOS DO ESTUDO	19
II - IMPORTÂNCIA DO ESTUDO	20
III - ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO	21
CAPÍTULO I	23
1- AUTO-REGULAÇÃO DA APRENDIZAGEM	26
1.1 Papel da Motivação	28
1.2 Perspectivas teóricas da auto-regulação.....	30
2- HIPERTEXTO E HIPERMÉDIA.....	31
2.1 A estrutura dos hiperdocumentos	33
2.2 Potencialidades educativas dos hiperdocumentos	36
3- A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS E A RECOLHA DE VERBALIZAÇÕES.....	42
CAPÍTULO II	51
1- MÉTODO DO ESTUDO	53
2- PARTICIPANTES	54
3- INSTRUMENTOS	55
4- DESCRIÇÃO DO HIPERDOCUMENTO	56
5- PROCEDIMENTOS.....	65
6- TRATAMENTO DE DADOS.....	66
CAPÍTULO III	69
1- APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	71
1.1- Análise do sucesso dos alunos na resolução das tarefas	71
1.2- Análise dos processos cognitivos desenvolvidos	72
2- CONCLUSÕES.....	79
2.1 Implicações do estudo.....	82
2.2 Limitações do estudo	84
REFERÊNCIAS.....	86

ANEXOS	93
Anexo I – Autorização dos Encarregados de Educação	95
Anexo II – Pré-Teste.....	99
Anexo III – Pós-Teste	103
Anexo IV – Transcrição das verbalizações de um aluno	107
Anexo V – Tabela de frequências dos processos identificados nas verbalizações de um aluno.....	111

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Organização semântica (adaptado de Shneiderman, 1992, p.101).....	34
Figura 2 – Estruturas de organização da informação (adaptado de Brokmann et al., 1989, p.183)	35
Figura 3 – Topologia dos hiperdocumentos (adaptado de Parunak, 1989, p.45-47).....	36
Figura 4 – Modelo PLEA da Aprendizagem Auto-Regulada.....	43
Figura 5 – Slide inicial do PowerPoint interactivo.....	58
Figura 6 – Apresentação do PowerPoint interactivo.....	58
Figura 7 – Objectivo do PowerPoint.....	59
Figura 8 – Recomendações.....	60
Figura 9 – Incentivo.....	60
Figura 10 – Etapa 1.....	61
Figura 11 – Final das etapas.....	61
Figura 12 – Primeiro problema.....	62
Figura 13 – Final do problema.....	63
Figura 14 – Responder ao problema sem ajuda.....	63
Figura 15 – Confirmar a resposta.....	64
Figura 16 – Avançar para novo problema.....	64
Figura 17 – Motivação.....	65
Figura 18 – Final da apresentação.....	65

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Resultados dos alunos no pré e pós-teste.....	71
Quadro 2 – Estratégias de Auto-Regulação utilizadas pelos alunos	72
Quadro 3 – Análise das verbalizações de um aluno	73
Quadro 4 – Exemplos de processos de Auto-Regulação nos discursos dos alunos.....	73

INTRODUÇÃO

As Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) têm produzido profundas alterações ao nível da Sociedade em geral e, muito em particular, ao nível da Escola e dos alunos. De facto, os estudantes encaram hoje o computador e a internet como algo que faz parte integrante da sua vida diária, tendo a escola de admitir que, se a Web é tão útil fora da sala de aula, teremos de a “importar” para dentro dela, sob pena de provocarmos um desfasamento cada vez maior entre o mundo académico e o mundo profissional (D’Eça, 1998).

Consciente desta realidade, o Governo Português tem vindo a manifestar uma preocupação crescente com a questão da integração curricular das Tecnologias de Informação e Comunicação criando, em Setembro de 2007, o Plano Tecnológico da Educação (M.E., 2007a). Nesse documento pode ler-se que o caminho para a sociedade do conhecimento impõe uma alteração dos métodos tradicionais de ensino e de aprendizagem e um investimento na disponibilização de ferramentas, conteúdos e materiais pedagógicos adequados para um alargamento dos espaços de comunicação, interacção e aprendizagem.

Actualmente, os processos de ensino têm necessidade de estabelecer uma relação estreita e constante com o mundo. Mas o vanguardismo tecnológico não vale por si só, tornando-se pedagogicamente fecundo quando integrado numa estratégia educativa coerente e global. Sobre este aspecto, Mercado (2002) e Moderno (1992) referem que as novas tecnologias por si só não são suficientes, mas sim a capacidade de se apropriar delas integrando-as em ambientes de ensino-aprendizagem capazes de criar uma situação educativa. Uma ideia completada por Bidarra (2005), salientando que a evolução é longa e o acesso a um novo modo de comunicação é difícil e trabalhoso.

Os alunos actuais vivem numa era de revolução técnica, que os inunda diariamente, em casa, na rua, nos transportes, na escola, na agricultura inclusive nos próprios brinquedos e é responsável pelo surgimento de teorias como o Conectivismo¹. Esta revolução é de tal forma significativa que Lévy (2000) afirma que

“ (...) uma criança encontra-se em pé de igualdade com uma multinacional.”
(apud Carvalho, 2007, p.26).

¹ Relativo a George Siemens, que em 2005, apresentou o Conectivismo como uma teoria de aprendizagem para a era digital. O conectivismo integra vários princípios, entre eles, os da teoria do caos, da rede e da auto-organização (Carvalho, 2007). Segundo Siemens, a aprendizagem é um processo de várias conexões em rede e baseia-se na diversidade de opiniões. Esta teoria assenta na necessidade de criar e manter conexões que nos permitem aprender e resolver os problemas que nos surgem no quotidiano.

Resguardando as devidas distâncias, a verdade é que as aplicações disponíveis *online* permitem almejar tal confronto entre David e Golias. Dessa forma, a escola não pode ser encarada como um recipiente estanque, isolado do exterior. Deve incorporar todas as influências externas, e com elas trabalhar no sentido de melhor equipar os alunos para as exigências diárias da sociedade actual. A curiosidade e expectativa com que os alunos esperam a comunicação através das tecnologias de informação e comunicação são muito significativas e devem ser aproveitadas pelo professor (Moderno, 1992).

O propósito da tecnologia é proporcionar novas experiências, mais ricas e profundas. Esta deve ser utilizada como um veículo e não como um fim (Azevedo, 1998; D'Eça, 1998). Como poderá então a tecnologia influenciar a construção de aprendizagens e, conseqüentemente, as pedagogias educativas, promovendo o sucesso escolar?

Por vezes, a utilização dos vários suportes tecnológicos disponíveis é algo redutora quando considerado o seu real potencial educativo. Por exemplo, alguns quadros interactivos são utilizados como meras telas brancas para projecção ou, pior, como quadros brancos onde escrever. A utilização do quadro interactivo permite por exemplo, segundo Hatfield e Bitter (1994), numa lógica construtivista, a exploração independente, a resolução de problemas, o recurso a informação interactiva, com benefícios educativos, particularmente quando integrado num processo de aprendizagem externamente regulado (Azevedo et al., 2005, 2007b; Azevedo & Jacobson, 2007; Witherspoon et al., 2007).

A utilização das TIC confere aos percursos educativos, uma maior variedade de metodologias, recursos, estratégias e valências, originando novas experiências de aprendizagem. Miranda e colaboradores (2001) enaltecem que estas possibilitam que os processos de ensino e aprendizagem sejam feitos de novos modos, fazer coisas semelhantes de forma diferente, ou ainda, desenvolver actividades inteiramente diferentes daquelas que se desenvolvem sem o uso da tecnologia.

Com esta ideia presente, propusemo-nos desenvolver um hiperdocumento interactivo que permitisse o desenvolvimento de competências relacionadas com a resolução de problemas, promovendo ainda a autonomia dos alunos. Para tal, o seu desenvolvimento obedeceu aos princípios da Auto-Regulação. Este conceito subsume a investigação realizada em torno das estratégias de aprendizagem, da metacognição, dos objectivos de aprendizagem, e ainda, da motivação dos alunos (Rosário et al., 2006).

Rosário (2004) acrescenta que, por outras palavras:

“a auto-regulação da aprendizagem é entendida como um processo activo em que os sujeitos estabelecem os objectivos que norteiam a sua aprendizagem, tentando monitorizar, regular e controlar as suas cognições, motivação e comportamento com o intuito de os alcançar” (Rosário, 2004, p.37)

Em tempos de acentuada preocupação e renovação curricular e tecnológica (i.e. Novo Programa de Matemática e Plano Tecnológico para a Educação) nas escolas, o debate relativamente às práticas educativas assume um cariz de viragem. A crescente necessidade de avaliar competências e conhecimentos relacionados com a utilização da tecnologia digital e com as competências informacionais dos alunos insere-se numa lógica cada vez mais valorizadora da auto-regulação. Neste sentido, torna-se necessário desenvolver e estimular a constante readaptação individual. Neste sentido, a resolução de problemas é algo extremamente valorizado, não só por permitir a aplicação de aprendizagens anteriores, mas também pela necessidade de mobilização de competências de planeamento, execução e conclusão de um plano de acção. Estas competências são de grande valor no mercado de trabalho, onde a necessidade de desenvolver novas competências e de constante adaptação são vitais para o sucesso profissional. Estas competências exigem-se para as profissões do séc. XXI. Neste sentido, na preparação do futuro, não podemos seguir pedagogias do passado.

I – QUESTÕES DE INVESTIGAÇÃO E OBJECTIVOS DO ESTUDO

Atendendo às potencialidades educativas das Tecnologias de Informação e Comunicação, é nosso objectivo desenvolver um estudo cujas questões de investigação podem ser formuladas da seguinte forma:

- Qual a eficácia do hiperdocumento desenvolvido sobre a resolução de problemas, no âmbito dos resultados atingidos e dos processos cognitivos desenvolvidos?
- Qual a eficácia das andaimagens fornecidas pelo hiperdocumento nos processos envolvidos na resolução de problemas?

Assim, realizamos um estudo de caso empírico com alunos do 6.º ano de escolaridade na disciplina de Matemática, tendo como objectivos:

- 1-** Construção de um hiperdocumento interactivo sobre a resolução de problemas;

- 2- Verificar a eficácia do hiperdocumento concebido na resolução de problemas pelos alunos, através da análise das suas verbalizações;
- 3- Analisar os processos cognitivos utilizados pelos alunos durante a resolução de problemas.

II - IMPORTÂNCIA DO ESTUDO

A tecnologia tem vindo a receber cada vez mais atenção e a assumir um maior destaque nas actividades dentro da sala de aula. Faz então sentido que, a par desta crescente atenção, o desenvolvimento de hiperdocumentos de cariz educativo assumam um destaque cada vez maior.

O presente estudo vai de encontro ao trabalho desenvolvido pelo Grupo Universitário de Investigação em Auto-regulação². O hiperdocumento interactivo desenvolvido para este estudo será incluído numa aplicação interactiva³ em desenvolvimento pela equipa em questão para a disciplina de Matemática no Ensino Básico.

O nosso hiperdocumento constituiu-se como um protótipo do que será, futuramente, uma plataforma de comunicação e aprendizagem tecnologicamente mais elaborada (e.g., animação em flash). Assim, este estudo não se constitui como um processo fechado, mas antes parte de um trabalho que tem vindo a ser desenvolvido pela referida equipa de trabalho e pretende alargar o campo de intervenção da mesma enriquecendo o debate e reflexão sobre a utilização deste tipo de plataformas na aprendizagem. O seu desenvolvimento obedeceu então aos objectivos e questões de investigação deste estudo. O hiperdocumento interactivo sobre a resolução de problemas está em concordância com as competências digitais reveladas pelos alunos do século XXI e para as quais os professores necessitam de se consciencializar.

Numa época de mudanças curriculares na disciplina de Matemática, a resolução de problemas reveste-se de especial importância no novo currículo. Desta forma, pretendemos também desenvolver um apoio importante para os professores da disciplina, dando, desta forma, o nosso contributo para a educação matemática nacional.

Este estudo de caso constituiu-se, também, como um contributo para o estado da arte relativamente ao desenvolvimento e utilização de hiperdocumentos de cariz educativo,

² <http://www.guia-psiedu.com/>

³ Disponível em <http://www.guia-psiedu.com/aplicainteractivas/estatistica.html>

concretamente a teoria auto-regulatória latente na sua arquitectura, mas também como contributo empírico para a utilização de andaimagens a disponibilizar neste tipo de documentos, principalmente devido à inexistência de referência nacionais sobre a temática. Consideramos o desenvolvimento e utilização de um documento no qual o aluno constrói o seu percurso de acordo com as suas competências propício ao aumento de responsabilidade e autonomia do aluno no seu processo de aprendizagem. Numa aprendizagem auto-regulada, o hiperdocumento permite que o aluno aceda à informação as vezes que considerar necessárias. Desenvolvendo ainda a importância de andaimagens no processo de aprendizagem, justificaremos a sua utilização.

III - ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO

O presente estudo está organizado em três capítulos para além da presente Introdução e da Conclusão.

No capítulo I estabeleceremos o referencial teórico base do estudo que propomos desenvolver. Seguidamente apresentaremos o estado da arte sobre a auto-regulação como forma de estabelecer as bases do nosso estudo. Abordando em seguida a noção de hipertexto, apresentaremos as diferentes arquitecturas e classificações existentes e respectivas implicações educativas. Neste ponto, tentaremos relacionar as diferentes arquitecturas com a faixa etária mais indicada. Finalmente debateremos as condições necessárias à recolha de verbalizações, aspecto fulcral para o nosso estudo.

Avançando para o capítulo II, apresentaremos a metodologia seguida onde apresentaremos a descrição do método utilizado no estudo, o processo de escolha dos participantes, os instrumentos utilizados e os procedimentos adoptados.

Finalmente, no capítulo III, apresentaremos os resultados do estudo e a sua discussão e, por último, as conclusões. Neste último ponto, especificaremos as implicações educativas de estudo, assim como as suas limitações.

CAPÍTULO I

“Se tivéssemos de eleger um lema que guie as metas e propósitos da escola do século XXI, sem dúvida que o mais referido entre educadores, investigadores, políticos que tomam decisões sobre a educação e intelectuais que reflectem sobre ela, seria o de que a educação tem de estar dirigida para ajudar os alunos a «aprender a aprender». ” (Veiga Simão, 2005, p.1)

O nível de desenvolvimento de um país rege-se, entre alguns aspectos, pela bitola do sucesso do seu sistema educativo, comprovando-se assim a relevância social do tema. Neste cenário, relatórios como o PISA⁴ assumem grande importância e constituem-se como uma referência, em especial no desenho e desenvolvimento de políticas educativas. Numa era de globalização e crescente competitividade, o sistema educativo é responsável por preparar alunos capazes de se adaptarem a constantes mudanças e a novas exigências a todos os níveis.

Segundo Castro (2007) existe, na sociedade actual, uma grande preocupação com o sucesso individual nas mais diversas áreas. Um pensamento também partilhado por Rosário e colegas (2008) que salientam uma evidente preocupação sobre a importância e a necessidade de preparar os alunos para as exigências emergentes da vida em sociedade. Neste sentido, a importância dada ao sucesso académico dos alunos é cada vez mais notória, não no sentido de valorizar apenas os resultados, mas também os processos que permitem obter esses resultados. Paralelamente a esta ideia, Castro (2007) destaca a igualdade de oportunidades de acesso ao conhecimento de modo a não condicionar o futuro académico dos alunos. É, portanto, pertinente aprofundar, segundo várias perspectivas, os aspectos que de uma forma ou de outra, possam influenciar esse futuro. A autora conclui referindo que

“ (...) uma melhor compreensão sobre os processos e as variáveis que influenciam o rendimento académico possibilitará que melhores e mais eficazes intervenções sejam desenvolvidas e implementadas, de modo a que na escola se promova, de forma mais efectiva, o sucesso académico” (p.1).

São novos os desafios que se colocam aos sistemas educativos no sentido de promover o sucesso dos alunos, pelo que as práticas educativas devem acompanhar estas mudanças. Neste sentido, defenderemos a adopção de metodologias de cariz auto-regulatório, no sentido da obtenção de melhores resultados académicos, como também para o desenvolvimento de modelos de conhecimentos mais significativos e duradouros (Azevedo, 2005; Azevedo et al., 2007a, 2007b; Azevedo & Jacobson, 2007; Boekaerts & Corno, 2005).

⁴ Programme for International Student Assessment

1- AUTO-REGULAÇÃO DA APRENDIZAGEM

No quadro das mais recentes abordagens cognitivistas e construtivistas, como a perspectiva sociocognitiva da aprendizagem proposta por Bandura ou o modelo de aprendizagem auto-regulada de Zimmerman, o papel do aluno volta a ser realçado, sustentando que os conhecimentos apre(e)ndidos são essencialmente fruto de uma construção individual, uma vez que os estudos realizados em psicologia educacional revelam a relação entre a utilização de estratégias eficientes de estudo e o sucesso académico (Tavares et al., 2003). Neste sentido Tavares e colegas (2003) enfatizam que é importante ajudar os alunos a melhorar as estratégias de actuação, assumindo que estas, mais do que eclodindo naturalmente, se desenvolvem e constroem em contextos específicos de ensino-aprendizagem. Assim, torna-se necessário, segundo Rosário e colaboradores (2008):

“ (...) 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 as respostas pré-formatadas, mas a questionar promovendo a pesquisa” (p.116).

A mesma ideia é defendida por Veiga Simão (2005) referindo que:

“ (...) uma das funções da educação futura deve ser a de promover a competência dos alunos em gerir os seus processos de aprendizagem, adoptar uma autonomia crescente no seu percurso académico e dispor de ferramentas intelectuais e sociais que lhes permitam uma aprendizagem contínua ao longo de toda a sua vida” (p.1).

No quadro referencial analisado, é notória a preocupação dos vários autores relativamente ao papel activo do aluno na construção do seu percurso escolar (Azevedo, 2005; Azevedo & Hadwin, 2005; Azevedo et al, 2005, 2007a, 2007b; Castro, 2007; Rosário, 2004; Rosário et al., 2006, 2007, 2008; Sousa, 2006; Zimmerman, 1989, 2000; Zimmerman & Kisantas, 1997; Zimmerman & Risemberg, 1997). Este papel traduz-se na planificação de sequências de procedimentos para atingir o conhecimento. No entanto, as estratégias definidas não surgem de geração espontânea. Referimo-nos a estratégias de aprendizagem sempre que há uma definição de objectivos mais ou menos próximos para a execução das tarefas, coordenando as táticas de estudo que se entendam ser mais adequadas à realização das mesmas. No

decurso da execução das tarefas, os alunos mobilizam recursos no sentido de monitorizar o seu estudo, ao mesmo tempo que reflectem sobre a sua contribuição para a aprendizagem, nunca perdendo de vista os objectivos a alcançar. Este processo é designado por auto-regulação da aprendizagem. Winne (2001) e Winne e colaboradores (2006) assumem que todos os alunos são capazes de, melhor ou pior, mediar a sua instrução e auto-regular a sua aprendizagem. Ao assumir esta ideia, questionam a forma como este processo se desenrola. Como aplicam os conhecimentos e as competências na escolha se vão ou não utilizar medidas para optimizar as suas aprendizagens, relativamente aos seus objectivos? Castro (2007) reportando-se aos estudos de Zimmerman e Schunk (1994), responde a esta questão, referindo que a auto-regulação emerge de duas dimensões: a social e a das experiências directas.

A dimensão social resulta da interacção com adultos e pares. Para Steinberg, Brown e Dornbush (1996), citados por Castro (2007), pais, professores, colegas e amigos influenciam o sujeito de um modo mais formal através da exposição de técnicas específicas da auto-regulação ou mais informalmente através da transmissão de expectativas parentais sobre as responsabilidades dos filhos para serem bons alunos, estudarem e fazerem os trabalhos de casa. É importante que as influências de carácter formal e informal se façam sentir, uma vez que as investigações realizadas concluem que a auto-regulação dificilmente se desenvolveria somente através da instrução formal (Zimmerman & Kisantas, 1997; Zimmerman & Risemberg, 1997).

Relativamente às experiências directas, é importante salientar, segundo Zimmerman (1994, apud Rosário, 2004), que a possibilidade de avaliação e controlo sobre a escolha do aluno é uma das condições essenciais para a auto-regulação. O autor conclui salientando que só é possível o seu desenvolvimento mediante a oportunidade de a exhibir autonomamente. Neste aspecto Sousa (2006) acentua a possibilidade dos alunos poderem regular as suas estratégias, perspectivando-as numa aprendizagem mais autónoma e auto-regulada, sendo capazes de se adaptarem às várias exigências que se lhes deparam, enquanto para Rosário (2004), mais do que uma possibilidade, é uma necessidade em planear, monitorizar e avaliar o seu pensamento. Esta competência foi cunhada como metacognição⁵ (Castro, 2007; Rosário, 2004; Rosário et al., 2006, 2007, 2008; Tavares et al., 2003; Veiga Simão, 2005).

No entanto, alguns autores consideram que o aluno continua a ter um papel bastante restrito na construção do seu percurso académico (Schunk, 1989, 1990; Schunk & Zimmerman,

⁵ A metacognição pode ser vista como a capacidade chave de que depende a aprendizagem, certamente a mais importante: aprender a aprender, o que por vezes não tem sido contemplado pela escola.

2008; Zimmerman 1989, 2000; Zimmerman & Kisantas, 1997) o que se revela um obstáculo na construção de políticas educativas que considerem mais relevante a participação do aluno neste contexto. Para almejar o sucesso educativo é necessário que todo o corpo docente trabalhe em uníssono juntamente com pais e alunos, contribuindo os últimos com o papel mais activo no processo.

1.1 Papel da Motivação

Autores defendem que a auto-regulação envolve o estabelecimento de objectivos e o desenvolvimento de estratégias e sua conseqüente adaptação para os alcançar (Schunk, 1989, 1990; Schunk & Zimmerman, 2008; Zimmerman, 1989, 2000). Ao longo deste processo os alunos estão motivados e metacognitivamente conscientes das suas decisões, processos e resultados da sua aprendizagem (Rosário et al., 2006, 2007, 2008). O processo auto-regulado envolve então uma forte componente motivacional, no sentido em que, nas palavras de Rosário e colegas (2008),

“Conhecer como aprender é importante, mas não é suficiente: os alunos têm de querer!” (p.116).

Neste aspecto, os professores desempenham um papel vital, despertando o interesse nos alunos para que se sintam motivados a colocar as suas competências e recursos ao serviço do dever num processo designado pela literatura como *volição* (Castro, 2007; Rosário, 2004; Rosário et al., 2006, 2007, 2008). Os professores podem ensinar estratégias de aprendizagem, capacitando os alunos para saber como aprender. No entanto, isto não é suficiente. É necessário que o aluno queira aplicar na prática os ensinamentos estratégicos transmitidos pelo professor, numa dualidade cunhada na literatura como *Will & Skill* (Castro, 2007; Rosário et al., 2006, 2008). Conhecer estratégias de estudo e aprendizagem é fundamental, mas não é o suficiente. Às competências adquiridas é necessário associar um processo motivacional de carácter intrínseco ao sujeito manifestado de um desejo ou vontade interna criada pelo indivíduo, concretizando-se numa escolha intencional (McCombs & Marzano, 1990, apud Rosário, 2004). Aloca-se, então, ao aluno a capacidade de auto-regulação da sua aprendizagem, numa relação recíproca entre estratégias (*skills*) e motivação (*will*), sublinhando ainda o papel da motivação na iniciação dos processos auto-regulatórios (Rosário, 2004; Rosário et. al, 2006, 2007, 2008).

Convém ressaltar que o contexto em que estas estratégias são adquiridas é muito importante na consolidação de uma prática auto-regulada. Frison (2007) refere que os vários estudos sobre a temática demonstram que

“ (...) o contexto é alvo da preocupação dos pedagogos/educadores e, que eles investem na construção de estratégias de aprendizagem, na organização de espaços especiais e de ambientes motivacionais para a realização de tarefas, para promover e estimular o envolvimento dos sujeitos com propostas promotoras de participação” (p.5).

A autora conclui salientando, também, que no decorrer das actividades vivenciadas, os alunos revelam os seus avanços, estimulando outros colegas a participarem e a articularem actividades impulsionadoras da aprendizagem.

É notória a interacção de vários factores no processo de auto-regulação. Neste sentido, Zimmerman (1998) refere como aspectos centrais no seu estudo 1) as estratégias de auto-regulação da aprendizagem, 2) as percepções dos alunos sobre auto-eficácia e, 3) o seu envolvimento nos processos educativos (Rosário, 2004).

No processo educativo, a necessidade de auto-regulação impõe-se no sentido de formar alunos conscientes dos seus objectivos instrutivos, capazes de monitorizar as actividades de estudo e a eficácia do seu planeamento estratégico. Sem uma auto-regulação, o sucesso da tarefa pode estar comprometido, uma vez que todos possuímos vários objectivos e acções que, em determinado momento competem dividindo a nossa atenção e assumindo um carácter distractor (Castro, 2007; Rosário, 2004; Rosário et al., 2006, 2007, 2008). A adopção de um comportamento auto-regulado, no sentido de eliminar estas ameaças, torna-se necessária para a execução e, conseqüente, conclusão das tarefas, obedecendo à sua planificação inicial. Mas o sucesso nas tarefas não depende apenas da cognição individual ou da motivação do sujeito na sua execução, pelo que o desenvolvimento de competências volitivas é fulcral para que os alunos se mantenham no percurso traçado. O empenho verificado no alcance dos objectivos escolhidos, assim como os próprios objectivos definidos, estão intimamente relacionados com a nossa motivação (Rosário et al., 2006, 2007, 2008).

1.2 Perspectivas teóricas da auto-regulação

Embora existam várias perspectivas teóricas sobre a auto-regulação da aprendizagem, todas preconizam a utilização de estratégias metacognitivas, motivacionais e/ou comportamentais. O *Feedback* circular auto-orientado, referente ao processo cíclico que permite aos alunos monitorizar a sua aprendizagem é outra característica comum (Pintrich, 2000, 2004). Zimmerman (1989, 2000) salienta ainda que caso o esforço não seja vantajoso, o aluno pode estar desmotivado para a auto-regulação, não mobilizando assim os recursos e as estratégias necessárias. O mesmo autor (2000) destaca seis perspectivas na abordagem da aprendizagem auto-regulada: a comportamentalista, fenomenológica, volitiva, construtivista, vygotskiana e sociocognitiva.

A perspectiva comportamentalista defende que a auto-regulação da aprendizagem depende das consequências do comportamento operante/instrumental. Segundo esta perspectiva, a auto-regulação baseia-se nos princípios da auto-monitorização do comportamento, a auto-instrução e o auto-reforço, aumentando a probabilidade de repetição de determinado comportamento.

A perspectiva fenomenológica defende que a auto-regulação depende do desenvolvimento do auto-conceito do aluno, enquanto agente activo responsável pelo controlo do comportamento e dos resultados da aprendizagem. A auto-avaliação é importante para a auto-regulação da aprendizagem, despoletando a utilização de processos auto-regulatórios. McCombs (1990, apud Rosário et al., 2008), salienta a relação entre a auto-regulação e o desenvolvimento da auto-consciência, auto-monitorização e auto-avaliação.

O modelo volitivo enfatiza a volição dos indivíduos no processo auto-regulatório (Boekaerts & Corno, 2005). Segundo este modelo, a aprendizagem auto-regulada traduz-se num esforço do aluno em controlar os aspectos cognitivos da aprendizagem, monitorizando e avaliando constantemente o processo no sentido de o melhorar.

Segundo a perspectiva construtivista, os alunos auto-regulados vão construindo representações da realidade cada vez mais complexas e desenvolvendo um esforço de adaptação do seu comportamento. A construção de mapas de conceitos, nas quais se estabelecem relações entre conjuntos de ideias e objectos, revela-se importante para a reflexão e reconstrução da aprendizagem (Paris & Byrnes, 1989).

Vygotsky contribuiu para enriquecer este debate, afirmando que as crianças se apropriam dos processos auto-regulatórios utilizados pelos adultos. Passam, gradualmente, a regular-se a si próprias, internalizando os processos observados nos adultos.

Por último, a perspectiva sociocognitiva proposta por Bandura considera que a auto-regulação encontra os seus fundamentos na interacção entre factores humanos, circunstâncias do meio e comportamentos.

Winters e colaboradores (2008), baseando-se nas investigações de Pintrich (2000) e Zimmerman (2001) identificaram comunalidades entre os vários modelos de auto-regulação. Segundo os autores 1) os alunos assumem um papel activo na definição de significados e objectivos a alcançar a partir das influências externas e das suas estruturas cognitivas; 2) os alunos são capazes de monitorizar e controlar os aspectos cognitivos, motivacionais, comportamentais e contextuais no processo de aprendizagem; 3) esta regulação pode ser facilitada por aspectos internos (e.g., cognição, desenvolvimento) e externos (e.g., contexto); 4) a aprendizagem é monitorizada e avaliada de acordo com os objectivos definidos sendo o controlo dos processos de aprendizagem influenciado pelos resultados dessa avaliação; 5) a auto-regulação é um mediador entre as influências (pessoais e contextuais) e o sucesso académico.

2- HIPERTEXTO E HIPERMÉDIA

O termo hipertexto (*hypertext*) criado por Ted Nelson na década de 60 pode ser definido, de forma sintética, como um sistema não linear de organização da informação (Dias, 2000). Esta representação de Nelson tendia a emular os processos de navegação e de aprendizagem do utilizador (*idem*). Através dela, as várias unidades de informação constituem nós, interligando-se numa rede complexa. No hipertexto, a informação transforma-se, deixando de ser um conjunto de frases, palavras, imagens dispostas numa ordem pré-estabelecida, passando a constituir uma rede tão complexa quanto a informação disponível, de nós independentes mas ligados entre si, com esta ligação a fazer-se em ambos os sentidos (Dias & Meneses, 1993). Estas ligações processam-se em ambos os sentidos e podem ser percorridas pelos utilizadores conforme a sua organização e estrutura mentais.

Hipermédia (*hypermedia*) é usado como uma extensão lógica do termo hipertexto, no qual gráficos, áudio, vídeo, texto simples e ligações (*hyperlinks*) intervêm para criar um meio geral não linear de informação que o utilizador vai percorrendo à vontade construindo o seu

próprio conhecimento. Esta lógica não sequencial está patente no pensamento de Bidarra (2005) que refere que:

“o hipertexto pode ser encarado como uma forma de escrita não linear, na qual o utilizador segue vários caminhos (*links*), à sua escolha, acedendo à informação e emulando as associações que o seu cérebro lhe sugere”.

O conceito fundamental de escrita não linear impossibilita a sua impressão numa página convencional e tem como suporte o computador (Nelson, 1980 apud Carvalho, 1999). É anterior ao advento dos computadores: as enciclopédias têm já desde o início algum processamento de informação através de *links* e os seus alicerces foram apresentados por Vannevar Bush⁶.

Hipermédia é o hipertexto de multimédia (embora os termos hipertexto e hipermédia sejam frequentemente usados intermutavelmente): os blocos de informação não são restringidos a texto e podem conter som, gráficos, vídeo, animação ou outros média (Bidarra, 2005).

Ao incorporar o hipermédia na prática educativa há que ter em conta o desenho do processo de instrução na base do mesmo. O hipermédia inspira-se no funcionamento da mente humana, mimetizando-o, ao desenvolver ideias paralelas que se influenciam mutuamente. No texto escrito e sequencial deparamo-nos com parênteses, notas de rodapé, referências bibliográficas que enriquecem o texto mantendo-se no entanto como uma opção paralela ao leitor. A articulação e flexibilidade que o hipertexto permite está patente nas palavras de Carvalho (1999) ao referir que:

“O “leitor” do hipertexto faz um percurso pessoal unindo nós de informação e cria uma versão do conteúdo do hipertexto, que pode ter uma forma diferente da de outro “leitor”.” (p.57, aspas no original).

Esta ideia de personalização do hipertexto mediante o percurso seguido por cada “leitor” também está patente no discurso de Castells (2007):

“ (...) se as nossas mentes têm a capacidade material para aceder ao âmbito global das expressões culturais, seleccioná-las e recombina-las, então podemos dizer que existe o hipertexto: o hipertexto está dentro de nós mesmos. Ou melhor, está na nossa habilidade interna para recombina e assimilar nas nossas mentes todos os componentes do hipertexto (...). O hipertexto, (...) é algo

⁶ Em 1945 no artigo “As We May Think” ao propor um dispositivo electromecânico, o *memex*, que permitia armazenar informação de várias fontes (e.g. imagens, livros, jornais, artigos) e a sua consulta de forma rápida e flexível. (Carvalho, 1999)

que nós mesmos produzimos ao utilizar a Internet para absorver a expressão cultural no mundo multimédia e mais além. (...) Assim, graças à Internet e apesar do multimédia, podemos dizer efectivamente que temos um hipertexto: não *o hipertexto* mas sim o meu hipertexto, o *teu* hipertexto e o hipertexto específico de cada pessoa.” (p. 239, itálico no original).

Segundo Carvalho (1999), há três elementos essenciais no hipertexto: os nós, as ligações que se estabelecem na base de dados e a interface. A autora apresenta ainda a posição de Leggett e colaboradores (1990) que consideram quatro intervenientes na arquitectura de um projecto hipertextual: elementos informativos (imagens, texto), abstracções (permite estruturar os elementos, agrupá-los ou relacioná-los de outra forma), âncoras (fonte ou destino de uma ligação) e as ligações (conectores entre âncoras).

2.1 A estrutura dos hiperdocumentos

Shneiderman e Kearsley (1989), referidos por Carvalho (1999) salientam que o desafio que se coloca na construção de um documento hipermédia reside na concepção de uma estrutura capaz de se adequar à forma como o aluno pensa ou é capaz de pensar sobre um ou vários conteúdos. Salientam ainda que esta concepção deve emular os processos mentais dos alunos aquando da sua utilização. Mas como é possível realizar tal tarefa? Em 1992, Shirk levanta esta questão referindo que, para tal, é necessário ter experiência no ensino desse(s) conteúdo(s) e ter também a compreensão das diferentes formas de estruturação do(s) mesmo(s) e saber como relacionar as suas partes constituintes. A mesma ideia é defendida por Winne e colaboradores (2006) referindo que os professores desenham percursos de instrução para os quais utilizam a sua experiência e conhecimento empírico sobre como estes percursos promovem a aprendizagem. Jonassen (1989) refere que os modelos de informação são desenvolvidos partindo do geral para o particular ou vice-versa. O primeiro, o modelo dedutivo, baseia-se na estrutura do conteúdo de um especialista da área. Aceitando-se que aprender consiste em assimilar conhecimento, poder-se-á concluir que a estrutura do hipertexto educativo deva replicar a arquitectura do conhecimento de um especialista. O modelo indutivo parte do particular para o geral, através da navegação em hiperdocumentos não estruturados. O modelo indutivo centra-se no aluno enquanto o modelo dedutivo se centra no conhecimento do especialista.

Têm sido propostas várias nomenclaturas para caracterizar a estrutura dos hiperdocumentos. Shneiderman (1992), Brockmann e colaboradores (1989) e Parunak (1989) são alguns desses autores.

Shneiderman (1992) considera que a organização semântica é o elemento central da estrutura do hiperdocumento. Propôs as seguintes nomenclaturas: 1) sequência linear, 2) estrutura em árvore, 3) redes acíclicas e 4) redes cíclicas. Na estrutura linear, a progressão do aluno ao longo da tarefa é independente da sua escolha. A estrutura em árvore constitui a estrutura mais comum, apresentando uma hierarquia definida. A rede acíclica permite aceder à informação através de percursos distintos enquanto a rede cíclica permite que os utilizadores repitam o acesso à informação. Estas duas últimas tornam-se difíceis para alguns utilizadores, ressalva o autor.

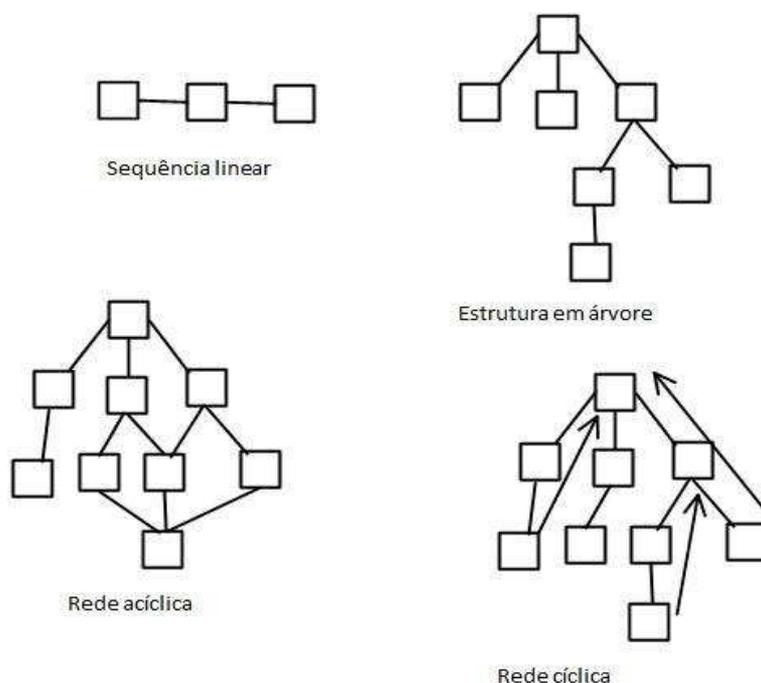


Fig. 1 - Organização semântica (adaptado de Shneiderman, 1992, p.101)

Brockman e colaboradores (1989) identificaram quatro estruturas: a sequência, a grelha, a árvore e a rede. A sequência é a estrutura mais simples, na qual o utilizador percorre a informação disponível de forma linear, para a frente e para trás. A grelha ou estrutura ortogonal organiza a informação numa lógica bidimensional (x-y). O utilizador pode ler a informação disponível na coluna ou no eixo. Esta forma de organização é bastante familiar para a maioria pois surge em tabelas, folhas de cálculo ou mapas. A estrutura em árvore é uma estrutura hierárquica, que parte de um termo geral e se vai dividindo nos respectivos constituintes. A estrutura em rede é a mais expressiva de todas e representa a essência do hipertexto (Carvalho,

1999). Qualquer nó está ligado aos restantes e as associações entre eles não estão restringidas a nenhuma regra como sucede nas anteriores estruturas. No entanto, Carvalho (1999) adverte para o risco do utilizador se sentir perdido devido às múltiplas estruturas possíveis ou falta delas.

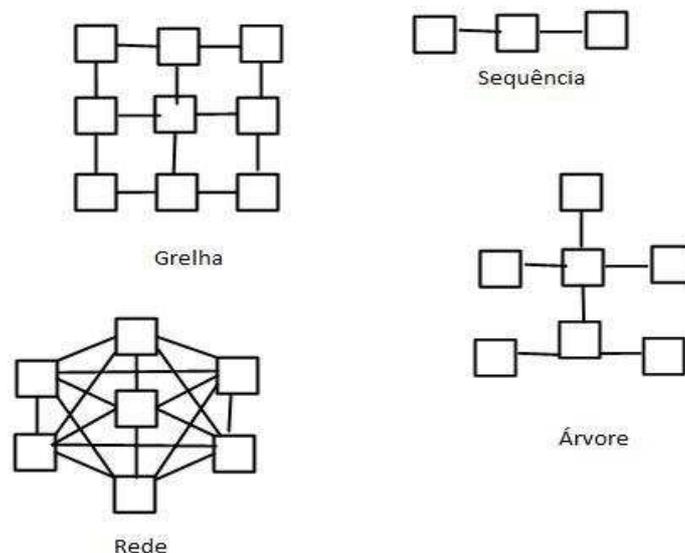


Fig. 2 - Estruturas de organização da informação (adaptado de Brokmann et al., 1989, p.183)

Parunak (1989), propõe uma nomenclatura para os hiperdocumentos baseada nas estratégias de navegação em espaços físicos. Designadas por 1) linear (anel), 2) hierárquica, 3) hipercubo/hipertoro, 4) grafo acíclico e 5) arbitrária, estas topologias baseiam-se na teoria dos grafos. A mais simples é a linear, na qual cada nó só tem um descendente (filho) e um ascendente (pai). Esta estrutura é em cadeia, ou seja, os nós nas extremidades não têm respectivamente ascendente nem descendente. Caso a cadeia se feche designa-se por anel (Carvalho, 1999). Na topologia hierárquica, um nó não tem ascendente e os outros só têm um pai. O nó sem ascendente encontra-se no topo da hierarquia e permite o acesso ao hiperdocumento. Só existe um único percurso entre dois nós de dois ramos.

A topologia hipercubo/hipertoro é útil para domínios que comparam determinado número de itens com determinado número de dimensões. Também permite o estudo de padrões simétricos em documentos literários, em que se pretende traçar temas comuns em determinadas passagens. Pode conter ligações cruzadas, nem sempre apresentando um formato rectangular. O hipertoro é um caso particular do hipercubo, assemelhando-se a uma esfera. Nesta topologia, nenhum nó constitui o limite de uma cadeia, uma vez que a ligação entre eles é em anel, não estando definido qual o primeiro ou o último elemento (Carvalho, 1999).

No grafo acíclico cada nó pode assumir mais que um ascendente, excepto o primeiro nó. Possibilita a navegação em várias direcções, mas não a existência de estruturas circulares (Carvalho, 1999).

A topologia arbitrária distingue-se das anteriores permitindo que cada nó se ligue aos restantes. Esta liberdade de navegação acarreta alguns riscos para o utilizador, nomeadamente na sua orientação.

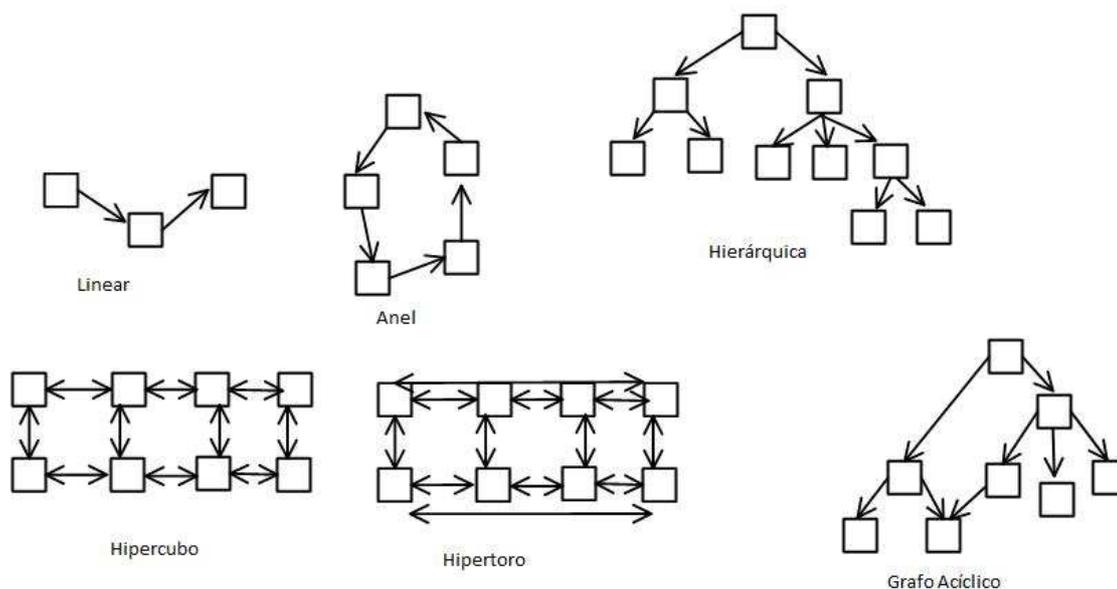


Fig. 3- Topologia dos hiperdocumentos (adaptado de Parunak, 1989, p.45-47)

2.2 Potencialidades educativas dos hiperdocumentos

De que forma os ambientes hipermédia e a sua arquitectura e desenho, podem influenciar os resultados académicos dos alunos? Tentaremos responder a esta questão ao longo das próximas linhas.

A aprendizagem em ambientes hipermédia atribui ao aluno maior responsabilidade, uma vez que este tem de regular a sua aprendizagem, ou seja, decidir o que aprender, como aprender, durante quanto tempo, como aceder a outros materiais e como avaliar o que aprendeu (Azevedo et al., 2007a, 2007b). No entanto, os alunos sentem dificuldades na aprendizagem neste tipo de ambientes. Geralmente quando utilizam estes ambientes na sua aprendizagem, adoptam estratégias ineficazes tais como copiar a informação para os seus

cadernos ou pesquisar livremente o hiperdocumento sem objectivos definidos (Azevedo et al., 2007a, 2007b).

Pelas suas características, os hiperdocumentos são encarados de forma bastante positiva por docentes e investigadores, com grandes potencialidades na aprendizagem, gerando grande entusiasmo e expectativa (Carvalho, 1999). A sua capacidade de emular o funcionamento e estrutura da mente humana possibilita uma abordagem construtivista da aprendizagem (idem). Carvalho (1999), sintetiza o pensamento de diversos autores (Beeman et al., 1987; Kearsley, 1988; Duffy & Knuth, 1990; Marchionini, 1990; Mayes et al., 1990; Dede, 1992) que concordam que, ao dividir o conhecimento em nós, o hiperdocumento permite que o utilizador escolha o seu percurso de acordo com as suas necessidades, interesses, curiosidade, focando a sua atenção na associação entre conceitos ao invés de factos isolados. No entanto, esta liberdade proporcionada ao aluno é precedida de um aumento da responsabilização do mesmo. É-lhe exigido assim, uma maior controlo sobre a sua aprendizagem. As suas competências metacognitivas são vitais neste aspecto. Como já referimos, todas as pessoas são capazes de mediar, melhor ou pior, a sua instrução e auto-regularem a sua aprendizagem (Winne et al., 2006). No entanto, muitos estudantes sentem dificuldades na auto-regulação do seu processo de aprendizagem, especialmente em conteúdos mais complexos, pelo que a possibilidade de fornecer tutoria externa é um método para melhorar a regulação da aprendizagem dos alunos (Azevedo et al., 2007a, 2007b).

Os ambientes hipermédia promovem uma maior flexibilidade cognitiva devido à articulação multidimensional dos conteúdos e, conseqüentemente, da sua representação, envolvendo directamente o aluno na sua construção do conhecimento (Dias, 2000). A função do professor no processo de regulação externa da aprendizagem (*External Regulated Learning*) e a teoria da flexibilidade cognitiva (Spiro, 2007) são exemplos de como a flexibilidade e articulação do hipertexto permitiram o desenvolvimento de inovações no plano das teorias da aprendizagem adequadas aos ambientes de hipertexto.

Relativamente à responsabilidade, Stanton (1992) constatou que

“ (...) os alunos que são mais responsáveis, isto é, que procuram a informação, que escolhem o que visitar, apresentam um desempenho melhor na aprendizagem” (apud Carvalho, 1999, p.86).

Além disso, o hipertexto permite a utilização de vários media. Na opinião de Moderno (1992) a acessibilidade a vários media e sua conseqüente utilização na sala de aula contribui de

um modo geral como: 1) ponto de partida para a abstracção, ao levar um pouco do concreto para a sala de aula, 2) facilitador da participação dos alunos no debate e análise no momento da projecção e audição, suscitando interesses e comportamentos bloqueados e 3) captador do aluno e desconflitualização das relações professor-aluno. Tal influência não pode, sem dúvida, ser negligenciada na construção de práticas educativas e no desenho de percursos de aprendizagem coerentes e globais. Neste desenho intervém a experiência do professor e algum conhecimento empírico sobre a forma como os alunos reagem em diferentes situações. Desta forma, é necessário que haja uma consciencialização para tal. Professores “atentos” são professores conscientes do que os seus alunos fazem e em que situações. A utilização de ambientes hipermédia na aprendizagem permite adaptar os conteúdos às necessidades individuais dos alunos e fornecer sistemática e dinamicamente, andaimagens processuais durante a mesma. Esta capacidade adaptativa e de individualização da aprendizagem resulta do conhecimento empírico de como as características do aluno e a mediatização dos processos de aprendizagem interagem em contextos particulares (Azevedo et al., 2005; Pintrich, 2000, 2004; Winne et al., 2006). Winne e colaboradores (2006) colocam algumas questões relativamente a esta utilização: Como e em que formatos fornecer aos alunos as andaimagens necessárias de modo a amplificar o que habitualmente resulta? Como fornecer métodos para dar *feedback* sobre como estudar para aprender?

Relativamente às andaimagens, identificamo-nos com a definição proposta por Wood e colaboradores (1976). Primeiramente, a andaimagem pressupõe um entendimento mútuo entre professor e aluno acerca do(s) objectivo(s) da tarefa. O professor disponibiliza então apoio calibrado de acordo com o progresso do aluno e o seu nível de conhecimento. Esta calibragem requer uma familiaridade com os níveis de conhecimento e capacidade do aluno ao longo da tarefa. Este apoio varia não só de aluno para aluno com diferentes níveis de conhecimento anterior e de capacidades mas também para o mesmo aluno ao longo da tarefa. Este suporte dinâmico e contínuo por parte do professor permite que este monitorize e reajuste a andaimagem. Os autores concluem referindo que nunca há uma extinção completa da andaimagem ao ponto do aluno aprender por si só. Relativamente a este último aspecto há posições que questionam se esta não será necessária para a aprendizagem (e.g., Pea, 2004). Esta questão revela-se pertinente, particularmente pela generalização da concepção original das andaimagens ao apoio *online* das práticas de aprendizagem em ambientes hipermédia e que, tradicionalmente, não incorporam a total extinção da andaimagem (idem).

A utilização de hiperdocumentos com uma base auto-regulatória permite a caracterização dos processos de estudo de cada aluno, os seus padrões e relações processo/produto (Winne et al., 2006). No entanto, Azevedo e Jacobson (2007) alertam para o perigo dos professores, investigadores, e criadores se deixarem seduzir pelos ambientes hipermédia que permitem que os alunos acedam, manipulem ou reestruturem múltiplas representações da informação, recebendo pouca ou nenhuma andaimagem durante a aprendizagem. Este apoio do professor traduz-se numa regulação externa da aprendizagem, de forma a fornecer andaimagens adaptativas aos alunos, promovendo a sua capacidade de auto-regulação (Azevedo et al., 2007b).

Azevedo e colaboradores (2005, 2007b) comprovaram nos seus estudos que a utilização do ambiente hipermédia por si só não é suficiente para que haja uma melhoria significativa nos resultados dos alunos. As múltiplas representações da informação (e.g., notas, mapas conceptuais, resumos, tutoriais) permitem, segundo os autores, desenvolver uma maior profundidade de conhecimento. Demonstraram que a adaptabilidade das andaimagens, o treino auto-regulatório e a tutoria humana ajudam os alunos no desenvolvimento de modelos mentais mais sofisticados em resultados de pós-teste. Os mesmos autores (2005) propõem um modelo de aprendizagem em ambientes hipermédia baseado no modelo de auto-regulação proposto por Winne e colaboradores (1998, 2001). Segundo os autores, os alunos devem analisar a situação, determinar os objectivos, definir as estratégias para os alcançar e aferir a sua adequabilidade e avaliar a sua aprendizagem monitorizando o percurso e modificando estratégias, objectivos, planos e esforços de acordo com as condições da tarefa. Estas competências são de grande valor aquando da realização de determinadas tarefas (e.g., resolução de problemas) que necessitam que o aluno mobilize as suas aprendizagens anteriores no sentido de ultrapassar novos desafios. Esta adaptação às novas situações é salientada por Donovan e Bransford (2005) ao enfatizarem a importância das aprendizagens anteriores neste processo. Os autores referem a importância de criar condições que possibilitem uma consolidação das aprendizagens, associado à variedade de experiências com factos deveras importantes e significativos para adquirir novos conhecimentos.

Em termos de ambientes hipermédia, as andaimagens centram-se em quatro categorias principais: o que, quando, como e a quem (Azevedo & Jacobson, 2007b).

- **O que andaimar?**

A dúvida inicial será se nos devemos concentrar nos conceitos abordados ou nos processos desenvolvidos durante a aprendizagem ou nos dois. Esta decisão é deveras difícil e envolve uma consciencialização de todos os processos envolvidos na construção do conhecimento. Alunos com menos conhecimentos anteriores são geralmente mais novos e necessitam de andaimagens processuais e de conteúdo em oposição a alunos mais velhos e com um nível superior de conhecimentos anteriores que poderão necessitar apenas de andaimagens processuais (Azevedo & Jacobson, 2007b).

- **Quando e como andaimar?**

Relativamente a esta questão, devemos reflectir sobre o momento, a periodicidade e a forma como são fornecidos. A andaimagem adaptativa parte do princípio que algo (e.g., agente pedagogicamente adaptativo, sistema de tutoria inteligente) ou alguém (e.g., tutor, colega) está a monitorizar o processo de aprendizagem de forma a decidir quando andaimar o aluno de modo a facilitar a sua aprendizagem (Azevedo & Jacobson, 2007a, 2007b). Estas andaimagens devem ser desenhadas no sentido de permitir a monitorização metacognitiva da aprendizagem, apresentar diferentes níveis de tarefas e de capacidades para facilitar a sequência processual da actividade, a resolução de problemas ou apoio aos conceitos (Azevedo & Jacobson, 2007a). As andaimagens vão sendo cada vez menos recorrentes à medida que o aluno vai progredindo nas actividades.

- **Quem andaimar?**

A questão colocada refere-se ao veículo utilizado. Relativamente a este assunto existe, na literatura, um certo sentimento de incerteza sobre quem deverá andaimar a construção do conhecimento (e.g., professor, colega, agente do sistema hipermédia). É necessário avançar empiricamente neste ponto pois, tal como referimos anteriormente, a capacidade adaptativa e de individualização da aprendizagem resulta do conhecimento de como as características do aluno e a mediação dos processos de aprendizagem interagem em vários contextos (Azevedo et al., 2005). Esta afirmação é suportada pelos estudos realizados por vários autores (Azevedo et al., 2007a, 2007b; Greene & Azevedo, 2007; Winne et al., 2006; Witherspoon et al., 2007).

Estudos comprovam que a utilização de software interactivo potencia melhores resultados nos alunos, quando integrado num processo de aprendizagem regulado externamente

(Azevedo et al., 2005; Azevedo & Jacobson, 2007; Witherspoon et al., 2007). O ambiente hipermedia torna-se um apoio educativo de grande potencial, mas só quando devidamente explorado e andaimado pelo professor. A tutoria por parte do professor permite fornecer andaimagens adaptativas de forma a facilitar a utilização de processos auto-regulatórios pelo aluno, potenciando assim a sua capacidade de auto-regulação (Azevedo & Hadwin, 2005). O desenho de aplicações que forneçam andaimagens adaptativas impõe-se então como o grande objectivo neste domínio. A observação empírica da eficácia de diferentes andaimagens por parte do professor é o ponto-chave no desenho de ambientes hipermedia de aprendizagem adaptativos (Azevedo, 2005; Azevedo et al, 2005, 2007b; Azevedo & Hadwin, 2005; Azevedo & Jacobson, 2007; Witherspoon et al., 2007).

A profundidade de conhecimentos que se pretende que os alunos atinjam, é possível quando se segue uma aprendizagem activa, estabelecendo objectivos alcançáveis a curto prazo, e monitorizando e avaliando constantemente o seu trabalho (Azevedo et al., 2005; Pintrich, 2000). No entanto, as aprendizagens realizadas não dependem apenas da utilização do hipermedia. Nos seus estudos, Shapiro (1999, 2000, 2005) comprovou que estas também são influenciadas pelas diferenças verificadas nos conhecimentos anteriores dos alunos, o seu nível de metacognição e a maior ou menor complexidade da estrutura do sistema hipermedia.

Dias e Meneses (1993) salientam que a utilização de ambiente hipermedia em contextos educativos

“(...) possibilita a interacção entre aluno e a base do conhecimento curricular, através da pesquisa personalizada entre os conteúdos didácticos, procurando a informação através das redes ou percursos pré-estabelecidos.” (p.89).

Esta liberdade de escolha do que se lê e pela ordem em que se faz fornece um cunho adaptativo e individual a uma aprendizagem construtivista promotora do interesse (idem). A flexibilidade que as ligações entre os diferentes tipos de informação (texto, som e imagem) permitem, é uma grande inovação introduzida no processo de aprendizagem (Dias, 2000).

Torna-se, pois, necessário proceder a uma reflexão sobre a forma como utilizar os resultados das investigações sobre auto-regulação no desenho de ambientes hipermedia com o objectivo de detectar, moldar, monitorizar e potenciar a aprendizagem auto-regulada (Azevedo et al., 2005) e adequando a sua estrutura à interacção entre aprendizagens a realizar e características dos sujeitos (Azevedo & Jacobson, 2007), numa investigação empírica que se

pretende desenvolver com a disseminação dos estudos sobre o tema e a contribuição individual de investigadores e professores e educadores.

3- A RECOLHA DE VERBALIZAÇÕES DURANTE A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Numa época em que se assiste a grandes mudanças curriculares na disciplina de Matemática, a resolução de problemas assume um especial destaque. O Novo Programa de Matemática do Ensino Básico⁷ (M.E., 2007b), homologado em Dezembro de 2007, enfatiza o desenvolvimento de novas competências, muito importantes para os futuros cidadãos. No referido documento assume-se a necessidade de indicar como capacidades transversais a toda a aprendizagem Matemática: a resolução de problemas, o raciocínio matemático e a comunicação matemática. No referido documento é chamada a atenção para que estas mereçam uma atenção permanente no ensino, apresentando-as de forma desenvolvida num espaço próprio, com a explicitação de objectivos gerais e específicos de aprendizagem relativos a cada uma dessas capacidades. O documento continua, referindo que o processo de ensino-aprendizagem da disciplina se desenvolve em torno de quatro eixos fundamentais: o trabalho com os números e operações, o pensamento algébrico, o pensamento geométrico e o trabalho com dados (idem).

Com a data de entrada em vigor do Novo Programa cada vez mais próxima, exige-se uma revolução metodológica no ensino nacional, no sentido de englobar, nas suas práticas, novas metodologias que privilegiem as competências para o século XXI. Neste aspecto, o presente estudo revela-se particularmente pertinente. Esta tomada de consciência para o desenvolvimento de novas competências vai de encontro aquilo que consideramos ser uma visão renovada do governo português relativamente ao que os seus cidadãos necessitam para alcançar o sucesso profissional no novo século.

Como assinalamos anteriormente, cientes da necessidade em estimular competências relacionadas com a resolução de problemas, devido ao enfoque verificado no novo currículo da disciplina, juntamente com a premência em desenvolver instrumentos que sirvam de base à promoção da auto-regulação nos alunos, desenvolvemos o nosso objecto de estudo. O hiperdocumento desenvolvido sobre a resolução de problemas, privilegia as competências transversais referidas no documento do Ministério da Educação e propicia o trabalho em torno dos eixos fundamentais. Além do salientado, a exploração do hiperdocumento pelos alunos

⁷ Disponível em <http://www.dgjidc.min-edu.pt/matematica/Documents/ProgramaMatematica.pdf>

fomenta o desenvolvimento de competências auto-reguladoras ao permitir que estes construam o seu percurso de acordo com as suas capacidades e objectivos.

A resolução de problemas envolve a procura de um caminho para alcançar um ou mais objectivos. Durante este processo, os alunos desenvolvem processos cognitivos, com diferentes graus de complexidade. Relativamente aos processos desenvolvidos durante a resolução de problemas, Rosário (2004) apresenta o modelo da aprendizagem auto-regulada PLEA (Planificação, Execução, Avaliação) baseado no trabalho de Zimmerman (1997, 2000, 2002) (Figura 5).



Fig. 4- Modelo PLEA da Aprendizagem Auto-Regulada

O modelo apresentado baseia-se na operacionalização do processo de resolução de problemas em três fases distintas: planificação, execução e, por fim, de avaliação das tarefas. Estas ocorrem em duas lógicas cíclicas (Rosário, 2007), uma vez que o processo encontra-se em permanente actualização, dependendo do papel activo do aluno na sua aprendizagem, no sentido em que este necessita de o monitorizar constantemente de modo a avaliar e ajustar os processos envolvidos, reforçando a lógica auto-reguladora inerente.

Este processo encontra-se então em permanente actualização dinâmica. Esta ideia é defendida pela literatura da auto-regulação da aprendizagem ao sugerir que cada aluno deveria aprender um conjunto de estratégias de aprendizagem que lhe permitisse assumir a responsabilidade e o controlo pelo seu processo de aprendizagem (Rosário et al., 2007).

Relativamente ao modelo apresentado, Rosário e colaboradores (2007) salientam que:

“A lógica inerente ao processo de auto-regulação da aprendizagem requer que cada tarefa, actividade, deva ser planeada, executada e avaliada” (p.23)

Os problemas podem apresentar diversas “faces” (Rosário 2004, Rosário et al., 2006, 2008), desde os que habitualmente surgem nas aulas de Matemática, até aos do nosso quotidiano (e.g., calcular o melhor preço de um produto no supermercado, vestir camisola verde ou amarela, comer carne ou peixe, ir de carro ou a pé, fazer os trabalhos de casa ou copiá-los pelo(a) colega). Neste sentido, a operacionalização das fases de resolução de problemas e sua familiarização por parte dos alunos, revestem-se de especial valor para o seu sucesso educativo, no sentido que estimulam o aluno a adquirir um maior controlo sobre a sua aprendizagem, aumentando assim a sua motivação, pela conseqüente sensação de realização dos objectivos definidos (Rosário, 2004; Rosário et al., 2006, 2007, 2008).

O presente estudo pretende analisar esses processos desenvolvidos pelos alunos, e verificar até que ponto o hiperdocumento desenvolvido se constituiu como uma importante influência na sua melhoria, qualitativa e quantitativa. Sendo assim, a recolha de verbalizações assumirá grande destaque no presente estudo, já que, da sua análise, esperamos obter dados que nos ajudem a compreender os processos cognitivos desenvolvidos pelos alunos durante a resolução de problemas e, ainda, a eficácia do hiperdocumento desenvolvido. Neste sentido, torna-se importante esclarecer alguns aspectos relativamente ao processo e ao ambiente de recolha das verbalizações.

A maioria das pessoas concordaria, sem hesitar, que o discurso é uma das formas, porventura mais objectivas, de aceder aos pensamentos de alguém. Através do discurso acedemos aos pensamentos de uma pessoa, aos seus medos e aspirações. Surge assim uma dupla questão: como aceder a esses pensamentos e como recolher os respectivos dados de forma objectiva?

As metodologias experimentais suportadas na recolha de verbalizações⁸ representam uma técnica de recolha de dados em investigação qualitativa, muito usada em psicologia cognitiva, referida na literatura como modo de aceder e analisar os processos mentais activados na resolução de problemas (Newell & Simon, 1972). Mas até que ponto é puro o discurso, ou seja, desprovido de censuras auto-impostas, em reacção a eventuais pressões sociais⁹?

⁸ *Think-aloud protocols*

⁹ Entenda-se por social qualquer influência externa ao sujeito, pertencente ao meio circundante.

Referindo-se à influência social no discurso individual, Ericsson e Simon (1998) referem que muitos pensamentos ficam por verbalizar, provavelmente mais do que aqueles que vêm a luz do dia, influenciando assim o comportamento social e as reacções dos sujeitos. Partindo deste ponto, os autores assinalam a existência de diferentes tipos de verbalizações, incluídas em dois tipos de discursos, o interior¹⁰ e o social¹¹. Cientes da influência que a reacção social pode exercer sobre o discurso individual, Ericsson e Simon (1998), analisando vários estudos sobre a temática, apontam recomendações para colocar em prática esta metodologia. No âmbito investigativo, a gravação de verbalizações constitui-se como a técnica de recolha de dados a adoptar, de modo a analisar os processos cognitivos activados durante a resolução de problemas. Neste cenário torna-se necessário definir: 1) o ambiente no qual decorrerão as verbalizações, 2) a selecção dos sujeitos e 3) as precauções a adoptar pelo investigador (Ericsson & Kintsch, 1995, Ericsson & Lehmann, 1996, Ericsson & Simon, 1980, 1984, 1993, 1998, Someren et al., 1994).

O principal obstáculo aos protocolos de investigação baseados na verbalização das tarefas tem que ver com o ambiente em que estas ocorrem. A verbalização deve ocorrer sem ou com o mínimo de influência reactiva sobre o participante. É importante assegurar um ambiente não reactivo de modo que os alunos se sintam à vontade para verbalizarem (Ericsson & Simon, 1998). É necessário, então, um ambiente no qual o aluno se sinta à vontade, onde a presença de uma figura familiar assegura que o comportamento do participante não seja influenciado, alterando a sua verbalização e comprometendo os dados recolhidos. Someren e colaboradores (1994) concluem que:

"In the case of a psychological study, an explanation can be given about the purpose of the research, about what is going to happen and about the protection of the data. It may be wise to emphasize that you are interested in the way people solve problems, and not in unconscious emotions and hidden thoughts."(p. 42)¹²

Devido à expectativa de um indivíduo em descrever ou explicar os seus raciocínios a alguém poder estar muito enraizada nos seus hábitos, especialmente em estudantes, a literatura

¹⁰ Do original *inner speech*, tradução nossa.

¹¹ Do original *social speech*, tradução nossa.

¹² No caso de um estudo psicológico, pode ser dada uma explicação sobre o propósito da investigação, sobre o que irá ocorrer e sobre a protecção dos dados recolhidos. Pode ser necessário salientar o interesse na forma de resolver problemas, e não em emoções ou pensamentos inconscientes (tradução nossa).

sugere a necessidade de tomar algumas precauções antes de iniciar a recolha das verbalizações. Assim sendo, é necessário que os alunos se familiarizem com a capacidade de verbalização. A realização de pequenas sessões de treino é adequada ao desenvolvimento desta competência exigida aos alunos. Como treino inicial, de modo a familiarizarem-se com a verbalização, tarefas ligeiras tal como multiplicações permitem que os participantes foquem a sua atenção na tarefa. Esta pequena sessão de treino também permite ajudar os participantes a tornarem-se mais fluentes, mas diferenças persistirão, mesmo depois (Someren et. al., 1994).

De modo a recolher uma maior quantidade de dados, a selecção dos intervenientes é de extrema importância. Facilmente se poderia alocar a capacidade de verbalização aos resultados escolares, mas tal nem sempre é verdade. A capacidade de verbalização dos sujeitos varia muito. Em consequência, umas verbalizações serão mais completas que outras. Com o objectivo de conseguir verbalizações mais completas, é lógico assumir que se preferiria seleccionar sujeitos com boas capacidades de verbalização (Someren et al., 1994). No entanto, esta capacidade nem sempre se encontra alocada ao rendimento escolar/académico. Participantes mais novos deparam-se com dificuldades em verbalizar, quer por dificuldades nos processos cognitivos ou na concentração numa tarefa de resolução de problemas (idem). Neste sentido, Someren e colaboradores salientam a importância das sessões de treino.

A ideia subjacente ao conceito de verbalização é a de que esta tem de ser coerente. Tendo em conta que, [a verbalização] se pretende que seja um reflexo dos seus pensamentos, tal não poderia ser mais ambicioso e, ao mesmo tempo, deslocado, pois a velocidade e simultaneidade dos pensamentos não permitem o respectivo paralelismo discursivo. Esta incoerência discursiva é referida no discurso de Vygotsky (1962):

“ (...) inner speech appears disconnected and incomplete” (p. 139)¹³;
[in inner speech] “ (...) words die as they bring forth thought” (p. 149)¹⁴.

Durante a verbalização, os participantes geram frases desconexas e, frequentemente, com erros de discurso. Durante esta fase, o aluno não pode ser interrompido, sob pena de perturbar a concentração e influenciar o normal decorrer do processo de verbalização, que se pretende o mais natural quanto possível.

Relativamente às precauções acerca do modo como as verbalizações irão decorrer, de modo a recolher o máximo de dados possível e reflectir fielmente os processos cognitivos

¹³ O discurso interior aparenta ser desconexo e incompleto (tradução nossa)

¹⁴ [no discurso interior] as palavras morrem à medida que desvendam o pensamento (tradução nossa).

activados durante a resolução de problemas, é importante que: 1) as instruções sejam claras e simples, no sentido de informar os participantes sobre o seu papel; 2) seja lembrado, sempre que necessário, que o participante deve dizer o que está a pensar e que, 3) o investigador não interrompa o discurso do aluno.

Evidências salientam que quando são fornecidas instruções para verbalizar e explicar os seus pensamentos, os participantes tendem a monitorizar o seu discurso de modo a ser entendido pelo investigador (Ericsson & Simon, 1998). Esta consciência discursiva é susceptível de gerar uma reacção inerente ao participante influenciando o seu comportamento (i.e. pensamentos e, conseqüentemente, as suas verbalizações). Estudos comprovam ainda que a superior qualidade das representações mentais prévias dos participantes correlaciona directamente com o seu sucesso na verbalização, permitindo planificar, avaliar e reflectir sobre percursos alternativos para a tarefa em causa (Ericsson & Kintsch, 1995, Ericsson & Lehmann, 1996, Gobet & Simon, 1996).

Note-se que, nesta técnica de recolha de dados, a informação verbalizada é o conteúdo da memória de trabalho. Isto significa que o conteúdo da memória a longo prazo (conhecimento geral) não pode ser verbalizado, nem a sua arquitectura ou o modo de funcionamento. Sobre estes aspectos, a verbalização fornece apenas conhecimento indirecto (Someren, Barnard & Sandberg, 1994). A verbalização do conhecimento permite ainda que este se torne visível para o sujeito (idem).

4- SÍNTESE

Façamos agora um ponto da situação. Rapidamente concluímos que a escola não pode ser encarada como um recipiente estanque, isolado do exterior. Deve incorporar todas as influências externas, e com elas trabalhar no sentido de melhor equipar os alunos para as exigências diárias da sociedade actual. O percurso dos alunos constrói-se não só com base nas experiências escolares, mas também pela denominada *escola paralela*¹⁵.

Toda panóplia educativa é encarada de modo diferente por cada aluno, uma vez que a compreensão dos assuntos abordados varia de acordo com o conhecimento base de cada

¹⁵ Expressão relativa a Georges Friedman, que em 1966 propôs a noção de Escola Paralela, configurada pelo conjunto de informações que os estudantes recebem fora da escola, via meios de comunicação social.

indivíduo. Daí a importância do estímulo sensorial e cognitivo desde as primeiras idades. As novas experiências de aprendizagem dependem das experiências anteriores, como salientam Donovan e Bransford (2005):

“(...) new understandings are constructed on a foundation of existing understandings and experiences. With research techniques that permit the study of learning in infancy and tools that allow for observation of activity in the brain, we understand as never before how actively humans engage in learning from the earliest days of life” (p.4, itálico no original)¹⁶

Desta forma, quanto mais variadas as experiências de aprendizagem, maior o grau de compreensão e mais complexos serão os modelos mentais desenvolvidos. Estas experiências devem alocar conhecimentos anteriores para construir novos conhecimentos (Donovan & Bransford, 2005). A aprendizagem baseada na resolução de problemas é uma dessas formas, ao permitir que o aluno desenvolva outros modos de conhecimento, que não apenas o declarativo.

As andaimagens processuais referidas por nós, revestem-se de grande potencial educativo ao permitir o desenvolvimento de formas de conhecimento mais profundas e complexas. A par disto, urge também implementar métodos de trabalho que reforcem a autonomia do aluno, permitindo que este desenvolva um trabalho conducente ao seu futuro sucesso educativo e profissional.

As TIC, fomentadas pelos avanços tecnológicos, permitem a utilização de várias tecnologias no ensino e o desenvolvimento de ambientes, propiciando experiências de aprendizagem cada vez mais eficazes e significativas. Este propósito serviu de base ao desenvolvimento de uma plataforma interactiva de aprendizagem, na forma do hiperdocumento por nós apresentado.

A par destes avanços tecnológicos incorporados cada vez mais nas práticas educativas, urge, como referimos anteriormente, desenvolver metodologias fomentadoras de competências auto-reguladoras. Neste sentido, foi nosso objectivo desenvolver uma plataforma baseada nos princípios da teoria de aprendizagem auto-reguladora. A arquitectura do hiperdocumento representa outro aspecto importante no desenvolvimento de plataformas educativas, de acordo

¹⁶ Os novos conhecimentos são construídos com base nos conhecimentos e experiências anteriores. Com técnicas de pesquisa que permitem o estudo da aprendizagem na infância e instrumentos que permitem a observação da actividade cerebral, compreendemos como nunca antes a eficácia com que as pessoas se envolvem na aprendizagem desde os primeiros dias de vida. (Tradução nossa)

com a faixa etária a que se destina. Este facto pode representar a diferença entre a motivação e o desinteresse e o conseqüente abandono da tarefa.

A utilização de andaimagens na aplicação desenvolvida é o reflexo de práticas educativas com pendor auto-regulador, ao permitir que o aluno desenvolva um trabalho independente e vá, à medida que avança no seu percurso, tornando-se mais autónomo à medida que a andaimagem se vai extinguindo. Seguindo esta lógica, foram desenvolvidas andaimagens (e.g., conselhos, resumos, tabelas) com base nas referências sobre o tema (Azvedo & Hadwin, 2005; Azevedo et al., 2005; Azevedo & Jacobson, 2007) de modo a auxiliar os alunos ao longo da exploração do hiperdocumento, e conseqüente aprendizagem, com o intuito de desenvolver/aprofundar competências sobre a resolução de problemas.

Os professores do séc. XXI devem assumir-se como promotores de autonomia. Autonomia para agir, autonomia para aprender, autonomia para reflectir, autonomia para ser cidadão. Num mundo em constante mudança, no qual a capacidade de adaptação é de extrema importância, os professores necessitam de desenvolver nos seus alunos competências adaptativas aos vários problemas que vão surgindo. E porque os problemas não surgem apenas nas aulas de Matemática, a aplicação desenvolvida assume essa necessidade e vai de encontro a ela, ao desenvolver um ambiente interactivo de forma a dotar os alunos de mecanismos para a resolução de problemas.

CAPÍTULO II

1- MÉTODO DO ESTUDO

Esta investigação pretende contribuir para o desenvolvimento das capacidades de resolução de problemas dos alunos. Para tal foi desenvolvido um hiperdocumento interactivo cuja eficácia foi alvo de análise e avaliação na componente empírica do estudo.

Atendendo aos objectivos e características da investigação a realizar, depressa nos apercebemos da necessidade de adoptar um modelo metodológico de cariz qualitativo, o Estudo de Caso. Segundo Yin (2005), esta metodologia aplica-se quando o investigador pretende responder a questões do tipo como ou porquê sobre um conjunto contemporâneo de acontecimentos, sobre o qual o pesquisador tem pouco ou nenhum controle. Mas o que é um “caso”? Coutinho (2005) refere que praticamente tudo pode constituir um caso: uma política, uma decisão, um incidente, um indivíduo, um pequeno grupo, uma organização ou até uma nação. Brewer e Hunter (1989, citados em Coutinho, 2005) propõe seis possíveis categorias de “caso”: indivíduos; atributos dos indivíduos; acções e interacções; actos de comportamento; ambientes, incidentes e comportamentos; e colectividades. Consideramos que o presente estudo se insere na categoria acções e interacções no sentido em que pretende analisar a forma como os alunos interagem com o hiperdocumento desenvolvido e se este exerce algum tipo de influência nos processos cognitivos desenvolvidos antes e depois da experiência com este.

O estudo decorrerá num contexto natural para os alunos, a escola. Através da análise das suas verbalizações, antes e depois da exploração do hiperdocumento por nós desenvolvido, pretendemos analisar a influência deste nos processos cognitivos desenvolvidos durante a resolução de problemas. Como em qualquer outro estudo de caso, os resultados cingem-se ao contexto em questão.

Relativamente à tipologia dos estudos de caso, Coutinho (2005) refere que estes podem ser do tipo instrumental, intrínseco ou colectivo. Parece-nos pertinente a sua classificação como instrumental, uma vez que pretendemos fornecer introspecção sobre um assunto, para refinar uma teoria, para proporcionar conhecimento sobre algo que não é exclusivamente o caso em si (idem).

Sendo que o objectivo principal do estudo é avaliar a eficácia da aplicação desenvolvida, ao nível dos processos desenvolvidos pelos alunos, também analisamos os seus resultados na resolução dos problemas, num enfoque processual. De modo a analisar os processos cognitivos desenvolvidos pelos alunos na realização da tarefa e os seus resultados, impunha-se o recurso a um design de investigação de cariz misto, já que recorreremos a técnicas

de análise de estatística descritiva sempre que se revelou oportuno.

Por outro lado, tínhamos em mente a consecução de outros objectivos complementares mas não menos importantes, nomeadamente: 1) analisar a forma como os alunos interagem com o ambiente hipermédia e como o seu comportamento é influenciado pela base auto-regulatória do mesmo, 2) avaliar a forma como os alunos mobilizam as suas capacidades de auto-regulação numa actividade totalmente diferente das realizadas habitualmente na sala de aula e, 3) observar as opiniões e reacções dos alunos à utilização da aplicação hipermédia concebida.

Para a consecução destes objectivos teremos necessariamente de nos apoiar em técnicas da pesquisa qualitativa uma vez que o que se pretende é analisar comportamentos, acções e interacções, ou seja, variáveis que implicam o recurso à observação.

2- PARTICIPANTES

Neste estudo de caso, foram seleccionados oito alunos do sexto ano de uma das turmas do investigador. O investigador é o professor de Ciências da Natureza dos alunos. Devido ao reduzido número de sujeitos a participar no estudo, houve necessidade de estabelecer alguns critérios para a sua selecção. Tendo em conta que os alunos teriam de realizar uma actividade de exploração da aplicação hipermédia desenvolvida, com uma duração de cerca de 30-40 minutos exigia-se a selecção de alunos colaborativos, no sentido de recolher o máximo de verbalizações possível. Este ponto será posteriormente abordado e desenvolvido nas limitações do estudo. Para a pré-selecção dos alunos o investigador explicou aos alunos o objectivo do estudo e como este decorreria e enviou para os Encarregados de Educação uma autorização de participação (Anexo I). Nesta autorização, o investigador solicitava a participação do educando no estudo a realizar, apresentando ainda o seu objectivo e enquadramento.

Dos vinte e quatro alunos da turma, apenas metade entregou a autorização permitindo a participação no estudo. Dos restantes doze alunos, oito não trouxeram a autorização, porque a perderam (cinco alunos) ou porque não queriam participar no estudo (três alunos), e quatro não foram autorizados pelos Encarregados de Educação. Este aspecto será também abordado posteriormente nas limitações do estudo.

Pré-seleccionados os alunos, foi necessário realizar algumas sessões de treino das verbalizações. Foram realizadas três sessões durante as aulas de Estudo Acompanhado, nas

quais o investigador utilizou problemas disponibilizados pela professora de Matemática da turma em fichas de trabalho. Cada sessão de treino teve uma duração de cerca de quinze minutos, na qual os alunos resolviam o problema. A escolha dos oito alunos teve em conta a sua capacidade de verbalização e a nossa intenção de incluir na amostra alunos com diferentes níveis de sucesso escolar. Assim sendo, a amostra ficou constituída por três alunos de nível 3, três de nível 4 e dois de nível 5, quatro rapazes e quatro raparigas escolhidos aleatoriamente, em cada nível, de entre os alunos voluntários. Dos alunos seleccionados, apenas um tinha 10 anos, sendo que os restantes sete tinham 11 anos. A média de idade é de 10,86 anos¹⁷. De modo a garantir a confidencialidade dos alunos, foram utilizados números para designar cada sujeito da investigação.

Trata-se pois de uma amostra criterial, de conveniência, o que significa que, em termos de generalização, os resultados do estudo ficarão necessariamente circunscritos ao grupo analisado (Coutinho, 2005).

3- INSTRUMENTOS

Para este estudo foi desenvolvida uma aplicação interactiva com o objectivo de ajudar os alunos na resolução de problemas, através de conselhos e da aprendizagem de determinadas técnicas. Esta aplicação será descrita posteriormente.

Tendo em conta os objectivos enunciados, o método de recolha de dados utilizado no estudo consistiu na observação directa dos alunos e recolha das verbalizações que efectuavam durante a exploração do hiperdocumento.

As verbalizações foram recolhidas em dois momentos diferentes durante a resolução, pelos alunos, de dois problemas que funcionaram como pré e pós-teste. Estes foram desenvolvidos de acordo com problemas encontrados em manuais escolares e na Internet, e foram validados por professores do Departamento de Matemática da Universidade de Coimbra, tal como os problemas que constam na aplicação desenvolvida. Para testar o seu grau de adequação à faixa etária dos sujeitos em estudo (6.º ano), os problemas foram aplicados em alunos de uma turma de 5º ano do investigador.

O pré-teste (Anexo II), aplicado antes da apresentação e exploração da aplicação desenvolvida, funcionou como um teste diagnóstico da quantidade e qualidade dos processos

¹⁷ Valor arredondado às centésimas.

cognitivos desenvolvidos pelos alunos durante a resolução de problemas e expressos nas verbalizações.

O pós-teste (Anexo III), aplicado depois da exploração do documento hipermédia, serviu como instrumento de avaliação da sua eficácia ao nível dos processos cognitivos desenvolvidos e ainda do sucesso dos alunos na resolução do problema. O pós-teste seguiu o mesmo formato do pré-teste. Em ambos os testes foram gravadas as verbalizações dos alunos, que foram posteriormente transcritas e decodificadas pelo investigador. Estas foram posteriormente analisadas por dois investigadores com uma percentagem de acordo inter-observadores de 87%.

4- DESCRIÇÃO DO HIPERDOCUMENTO

Para o desenvolvimento desta apresentação recorreremos à ferramenta Microsoft Office PowerPoint 2007 disponível em todos os computadores com os sistemas operativos Windows Vista e Windows 7. Tirando todo o partido das diversas funcionalidades disponíveis nesta ferramenta, foi objectivo principal conferir dinamismo e interactividade ao documento, de modo a constituir-se como um hiperdocumento, emulando o funcionamento da mente humana.

Esta apresentação interactiva tem como objectivo a aprendizagem de técnicas de resolução de problemas, através da operacionalização de várias etapas a percorrer. Com este propósito em vista, deparamo-nos com a necessidade de desenvolver um ambiente que permitisse que o próprio aluno desenvolvesse o seu percurso, ao seu ritmo, com todo o controlo. Nesse sentido, baseamo-nos nos princípios da auto-regulação, ao desenvolver um ambiente que permitisse ao aluno a decisão sobre o percurso a seguir, de acordo com a sua motivação ou predisposição.

A importância do autocontrolo da sua aprendizagem, verificada por exemplo na escolha do percurso a seguir no menu de entrada (Figura 7), é uma condição essencial para a auto-regulação e esta só poderá desenvolver-se mediante a oportunidade de se exhibir autonomamente (Zimmerman, 1994, *apud* Rosário, 2004).

Conscientes do papel da motivação na auto-regulação, foi nossa preocupação que, ao longo do percurso pelo documento, fosse dado um incentivo ao aluno no sentido de manter o seu nível motivacional (Figuras 8 e 16) para não desistir. A motivação assume especial destaque no início do desenvolvimento de processos auto-regulatórios (Rosário, 2004; Rosário et al., 2006, 2007, 2008).

A preocupação revelada relativamente ao papel activo do aluno na construção do seu percurso escolar traduziu-se na planificação de estruturas sequenciadas. Sendo assim, primeiramente é abordada a necessidade de resolução de problemas, que não surgem apenas em contexto de sala de aula; seguidamente a operacionalização do processo de resolução em etapas e, finalmente, a apresentação de alguns problemas de modo a aplicar os conhecimentos adquiridos. Esta sequência foi elaborada de forma a não ser fechada, uma vez que permite que o aluno, a qualquer momento, altere o seu percurso, se assim o desejar. Esta possibilidade de construir o seu próprio percurso dentro do hiperdocumento, encontra-se propositadamente alocada ao objectivo de colocar o aluno numa situação de controlo da sua aprendizagem. Consequentemente, este objectivo faz-se acompanhar de outro, a necessidade de implementar práticas educativas que estimulem e desenvolvam as competências auto-regulatórias dos alunos.

A sensibilização dos alunos para a importância da resolução de problemas encontra-se presente ao longo do hiperdocumento, referindo que estes podem surgir nos mais variados momentos do quotidiano. Esta sensibilização serve de propósito para a necessidade de desenvolvimento de mecanismos mais eficientes para essa mesma resolução. Paralelamente, este documento não pretende ser uma solução, mas antes um contributo para uma área tão sensível e referenciada no novo Programa Nacional de Matemática.

A sua estrutura cíclica foi concebida de forma a permitir o acesso à informação através de mais de um percurso e, inclusive, repetir esse acesso (Schneiderman, 1992).

O documento interactivo tem início num slide menu (Figura 5) conferindo acesso às diversas partes constituintes. Aqui, todos os pontos possuem hiperligações para as respectivas secções. Embora, numa primeira abordagem, se recomende que seja seguida a ordem proposta, as hiperligações possibilitam que, em utilizações futuras, o utilizador possa avançar para a(s) secção(ões) pretendida(s).

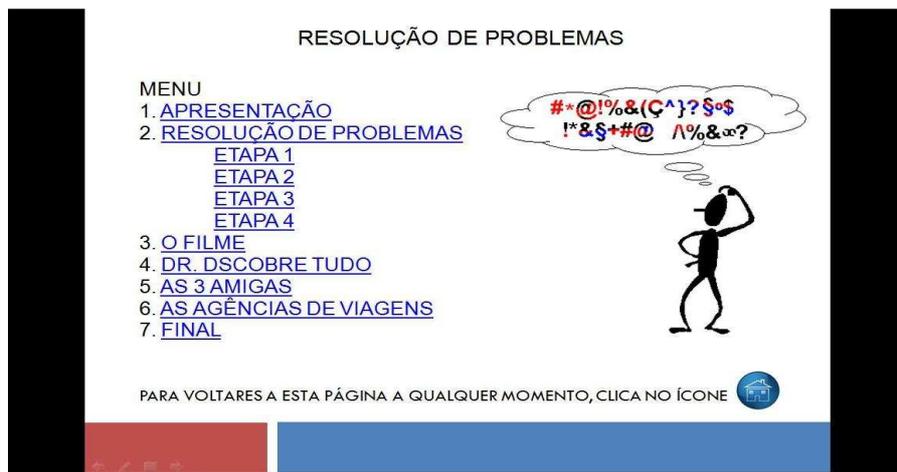


Fig. 5 - Slide inicial do PowerPoint interativo

Neste primeiro slide, optamos por incluir ainda uma pequena informação acerca do ícone *home* () de modo que os alunos se familiarizem com este desde o início da apresentação.

Clicando no ponto 1 (Apresentação), o utilizador avança para o slide de Apresentação do PowerPoint interativo (Figura 6). Aqui, é abordada a questão da necessidade diária da resolução de problemas, referindo que estes podem apresentar várias faces, desde os formatos usados nas aulas de Matemática, à vida quotidiana, criando assim uma ponte para o objectivo deste documento (Figura 7).

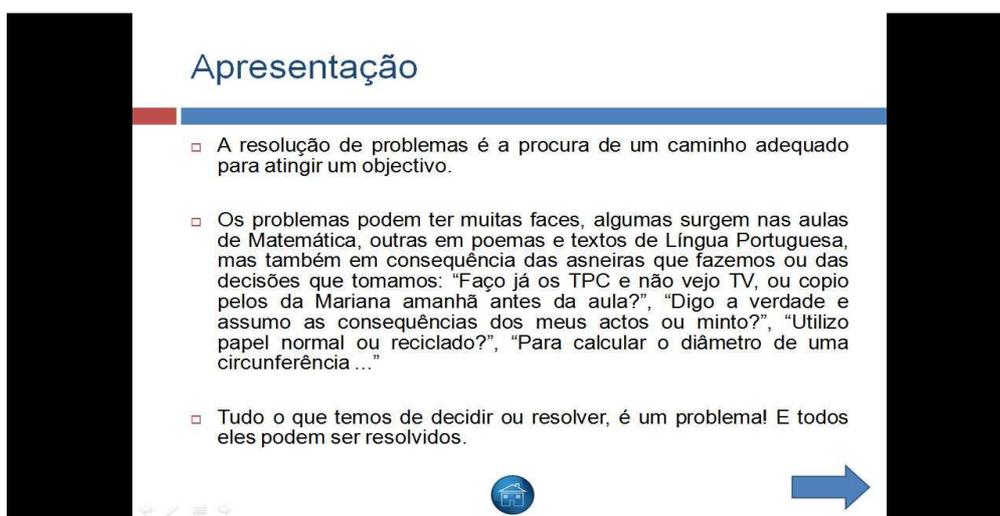


Fig. 6- Apresentação do PowerPoint interativo

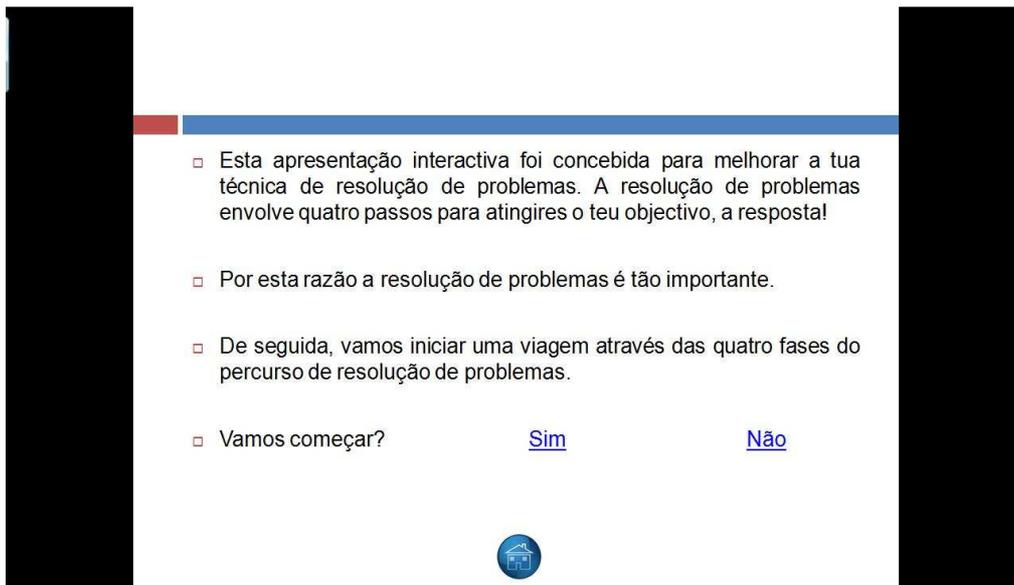


Fig. 7- Objectivo do PowerPoint

No final do slide relativo à apresentação do PowerPoint e seu objectivo, é perguntado ao utilizador se está pronto para iniciar o seu percurso. Caso este responda de forma afirmativa, é encaminhado para um slide (Figura 8) onde é informado que no final do seu percurso serão apresentados quatro problemas para resolver e onde também lhe é recomendado que leia atentamente a informação antes de avançar. Caso o utilizador responda “Não”, avança para outro slide (Figura 9) no qual é reforçada a importância da resolução de problemas bem como o objectivo da própria apresentação, incentivando-o a iniciar o percurso. A não inclusão de uma hipótese para terminar a apresentação neste momento, justifica-se pela necessidade do aluno percorrer os primeiros passos sobre a resolução de problemas no sentido de se familiarizar com a sua operacionalização, tão presente na concepção deste PowerPoint. Numa lógica de andaimagem, esta apresentação interactiva assume-se como um apoio à capacidade de resolução de problemas. Uma vez que o acesso dos alunos ao hiperdocumento é precedido do conhecimento do seu objectivo, consideramos importante que estes percorram a operacionalização das etapas para a resolução dos problemas. Assim sendo, não nos pareceu lógica a inclusão desta hipótese numa etapa tão importante como esta. No entanto, ao longo da apresentação, é possível que o utilizador avance para o final da apresentação, caso considere que já está mais preparado, sempre numa lógica de auto-regulação da aprendizagem.

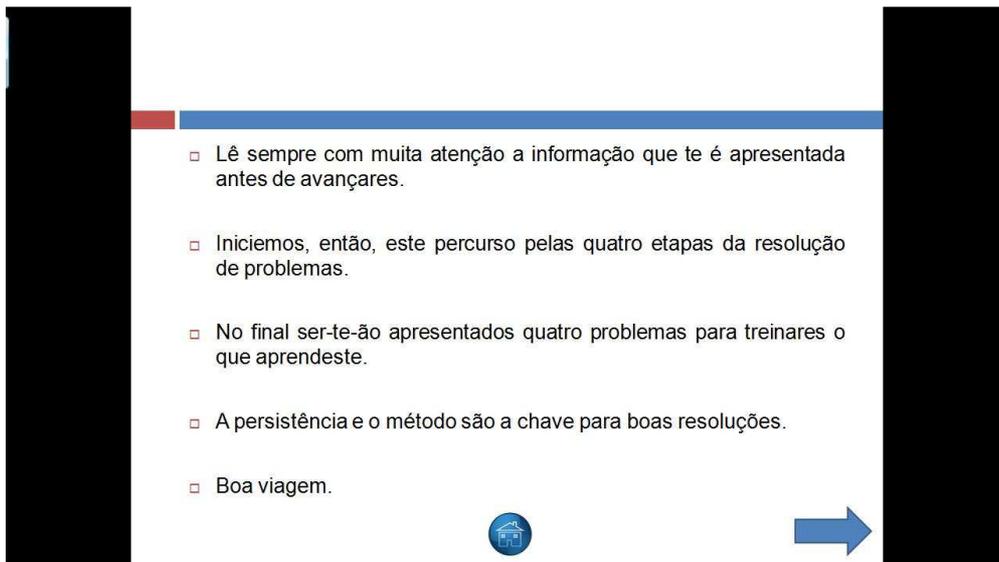


Fig. 8- Recomendações

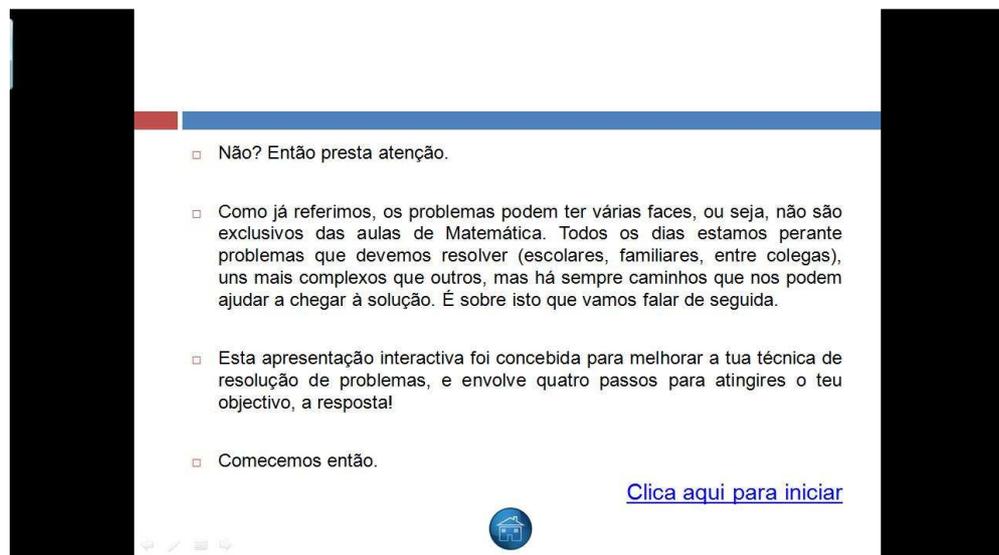


Fig. 9- Incentivo

Assim que clicam na hipótese para iniciar, é apresentada ao utilizador a operacionalização das quatro etapas de resolução de problemas (Figura 10). O utilizador percorre então as várias etapas da resolução de problemas. A operacionalização destas etapas foi desenvolvida com base no livro (Des)venturas do Testas - Estudar o Estudar (Rosário, 2004) e outras referências (Rosário et al., 2006, 2007, 2008).

Etapa 1: Identificar/compreender o problema

- O objectivo é reconhecer o problema, clarificá-lo. Isso significa que tens de compreender todos os aspectos envolvidos no enunciado, como o contexto em que ocorreu, os dados apresentados, a resposta que se pretende, a urgência dessa resposta.
- Deves ler o enunciado as vezes necessárias para anotares os dados importantes tais como: o que se pretende resolver, os dados que são fornecidos, a incógnita, e todos os elementos da situação.
- Também podes reformular o problema usando palavras tuas. Esta será uma grande ajuda para compreenderes o problema.

Fig. 10- Etapa 1

No final das etapas, o utilizador é informado que irá iniciar a resolução de alguns problemas no sentido de colocar em prática o que aprendeu até aqui (Figura 11). Juntamente com esta informação, é reforçada a necessidade de aplicar, em situações futuras, o que aprendeu.

Final das etapas

- Vamos agora resolver alguns problemas para treinares o que aprendeste até aqui.
- É muito importante que no final continues a aplicar estas técnicas para resolveres problemas cada vez melhor.

Fig. 11- Final das etapas

Ao longo do percurso o aluno é incentivado a seguir, em situações futuras, a metodologia ensinada ao longo da apresentação (Figura 11).

Depois de terminar a aprendizagem das etapas da resolução de problemas, o aluno é convidado a resolver um total de quatro problemas, nos quais poderá aplicar o que aprendeu até aqui (Figura 12).

O filme

- Aproveitando o dia de sol e as férias muito merecidas, a Ponciana e os seus amigos foram passear pela vila onde moravam.
- Ao regressar a casa, a Ponciana e os seus amigos trocavam opiniões sobre um filme a que gostariam de assistir, e cujo cartaz tinham visto na praça principal.



The illustration shows four children of diverse backgrounds and styles of dress. They are standing in a circle, engaged in conversation. The child on the far left has short, spiky hair and is wearing a dark shirt. The child next to them has curly hair and is wearing a light-colored t-shirt. The child in the center has long, straight hair and is wearing a light-colored top. The child on the far right has short, dark hair and is wearing a light-colored shirt. They appear to be in a casual setting, possibly a town square as mentioned in the text. Below the illustration is a small blue circular icon with a white house symbol, and a blue arrow points to the right.

Fig. 12- Primeiro problema

A escolha dos problemas teve como objectivo permitir que os alunos (9-12 anos) aplicassem as várias pistas fornecidas na aplicação. Em cada problema os alunos treinam diferentes técnicas (e.g., construção de tabelas, reler o problema, comparar dados, atenção aos pormenores no enunciado), no sentido de desenvolver mecanismos mais eficientes de resolução de problemas. Os problemas apresentados foram adaptados de problemas encontrados em manuais escolares e na Internet, tentando corresponder às nossas necessidades específicas e público-alvo.

No final de cada problema, o aluno pode consultar novamente as fases de resolução de problemas, analisar de novo o problema e ainda resolver o problema com ou sem ajuda (Figura 13). A inclusão de ajudas ao longo do percurso vai de encontro à necessidade de fornecer mecanismos de apoio (andaimagens) às aprendizagens dos alunos, no sentido de permitir que cada um construa o seu percurso de acordo com o seu nível de conhecimento. As andaimagens surgem com pilares de apoio à aprendizagem, e são essenciais em qualquer ambiente de aprendizagem promotor da auto-regulação.

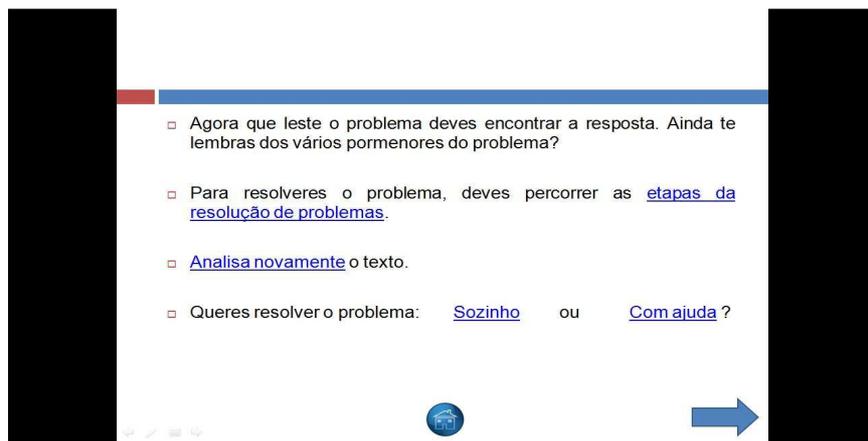


Fig. 13- Final do problema

Nesta parte da apresentação, considerámos necessária a inclusão de ajudas à resolução dos problemas no sentido de fornecer andaimagens aos alunos activando as aprendizagens efectuadas nesta apresentação.

Caso o aluno opte por resolver o problema sozinho, é sempre pedido que confirme a sua opção ou, caso o deseje, volte atrás e receba uma ajuda para alcançar a resposta (Figura 14). É sempre lembrada ao aluno a necessidade de analisar de novo o problema, independentemente de o resolver com ou sem ajuda.

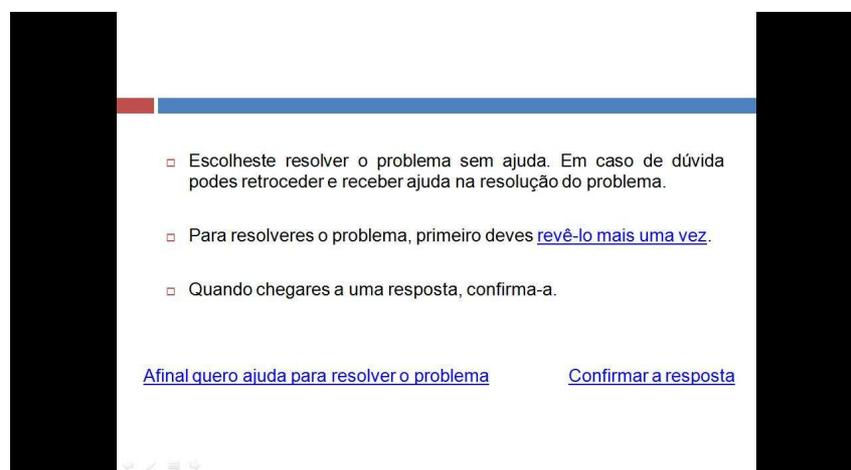


Fig. 14- Responder ao problema sem ajuda

Depois de resolvido cada problema, o aluno pode confirmar a sua resposta ou, caso o deseje, voltar atrás para analisar novamente o problema ou, até, para consultar as fases de resolução (Figura 15).

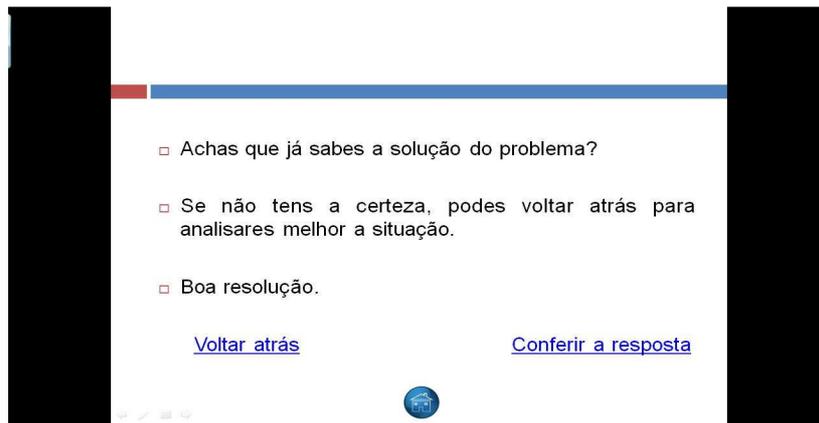


Fig. 15 – Confirmar a resposta

Depois de atingida a resposta, o aluno é convidado a avançar para um novo problema, no qual irá aplicar uma técnica diferente (Figura 16). No entanto, o aluno tem também a hipótese de avançar directamente para o final da apresentação, caso o deseje.

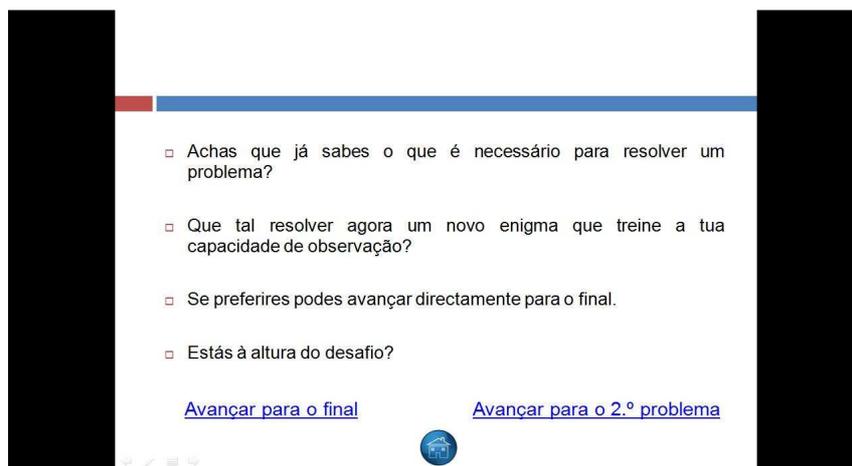


Fig. 16 – Avançar para novo problema

Ao longo da apresentação, como já foi referido, é dada atenção ao papel da motivação na construção do conhecimento, com frases de apoio de modo a manter o nível motivacional do aluno até ao final do percurso (Figura 17).

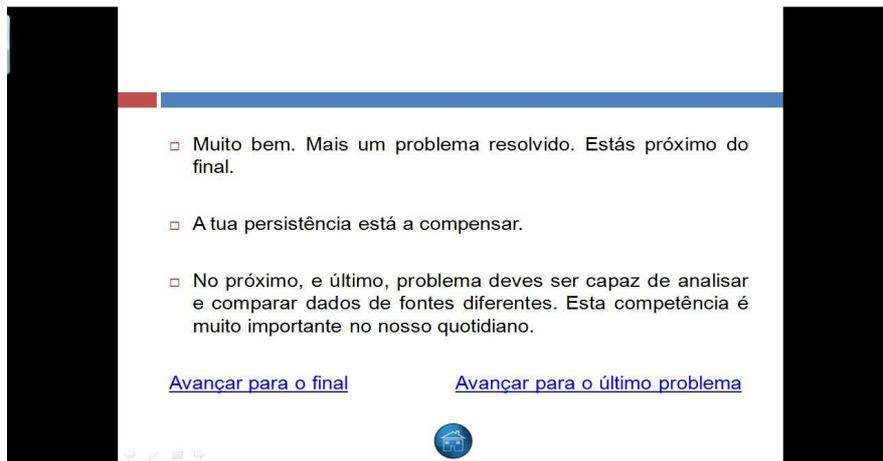


Fig. 17 - Motivação

No final da apresentação, o aluno é confrontado com um resumo da informação fornecida ao longo do documento (Figura 18). Aqui é novamente salientada a importância do método e da persistência na resolução de problemas.

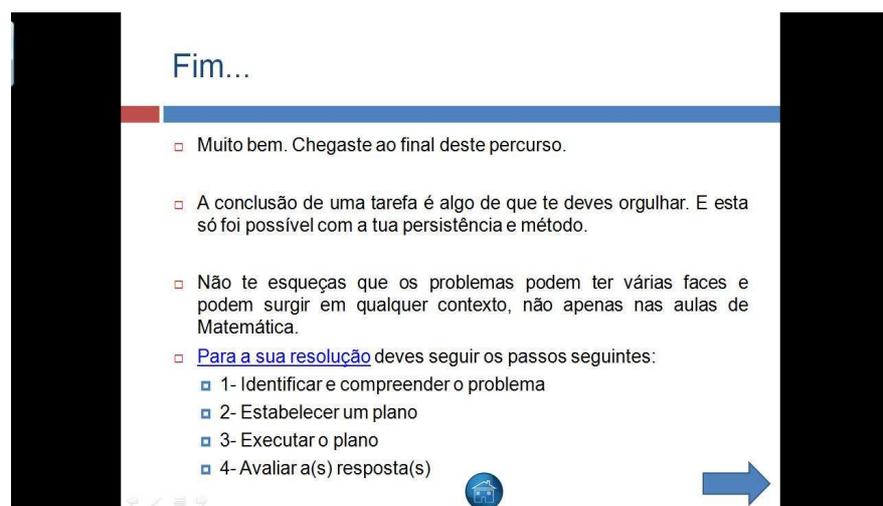


Fig. 18- Final da apresentação

5- PROCEDIMENTOS

O presente estudo de caso decorreu numa Escola Básica do 2º e 3º Ciclos do Norte do país com oito alunos do 6.º ano de escolaridade de uma das turmas na qual o investigador lecciona.

Ao pretendermos avaliar a eficácia da aplicação hipermédia desenvolvida nos processos de resolução de problemas, foi necessário desenhar uma arquitectura de estudo

assente em quatro fases. Na primeira fase, os alunos realizaram três sessões de treino, de cerca de quinze minutos cada, para melhorarem as suas capacidades de verbalização. Estas sessões de treino assumiram grande importância não apenas para a selecção dos participantes no estudo mas também para a melhoria da sua capacidade (*skill*) de verbalização. Esta etapa tinha como propósito preparar os alunos para a tarefa de reflexão falada.

Para a segunda fase do estudo, os alunos realizaram um pré-teste no qual resolveram um problema, previamente validado por professores e por alunos do 5.º ano de escolaridade. Durante a resolução deste problema, o investigador registou as verbalizações dos alunos, que foram posteriormente transcritas (Anexo IV). Nesta investigação optou-se por realizar a observação directa durante a realização das actividades com o mínimo de interacção com os alunos, procedendo apenas ao esclarecimento de dúvidas, decorrentes da realização da tarefa.

Na terceira fase, os alunos exploraram a aplicação por nós desenvolvida e realizaram as tarefas propostas.

Na última fase, os alunos realizaram um pós-teste, imediatamente a seguir à exploração do hiperdocumento. O processo de validação foi o mesmo que o seguido para o pré-teste, assim como o processo de recolha dos dados e sua transcrição (Anexo IV). O modo de actuação nesta fase foi o mesmo do adoptado na fase dois, com o objectivo de reduzir ao mínimo a intervenção do investigador.

6- TRATAMENTO DE DADOS

As verbalizações recolhidas foram sujeitas a uma análise de conteúdo pois traduzem processos cognitivos desenvolvidos pelos alunos durante a resolução do pré e pós-teste.

Depois de recolhidos os dados com o auxílio de um gravador, estes foram posteriormente transcritos pelo investigador. Os dados recolhidos foram analisados, sendo os resultados expressos sob a forma de tabelas de frequências (Anexo V). Para o tratamento de dados, procedeu-se a uma categorização dos processos cognitivos com base no trabalho desenvolvido por vários autores no âmbito da influência de hiperdocumentos e aplicações hipermédia na aprendizagem (e.g., Cromley et al., 2005; Azevedo et al., 2007a, 2007b; Greene & Azevedo, 2007; Moos & Azevedo, 2007). Desta análise desenvolvemos um quadro de modo a analisar mais eficazmente as transcrições das verbalizações dos alunos (Quadro 2). Isto permitiu

que identificássemos mais facilmente os processos cognitivos dos alunos ao analisar as suas verbalizações.

Os dados foram então categorizados através de técnicas de análise de conteúdo de tipo categorial (Esteves, 2006) e validados por especialistas em Psicologia da Educação.

No entanto, deve ser feita a ressalva que a análise dos dados é sempre envolta de um certo carácter subjectivo que, embora não possa ser eliminado, pode ser atenuado quando os dados são alvo de comparação e as análises realizadas comprovadas por peritos da área. No entanto, esta deve ser primeiramente, orientada pela procura de respostas às questões de investigação colocadas (Esteves, 2006; Meriam, 1998; Quivy & Campenhoudt, 1998).

CAPÍTULO III

1- APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo apresentamos os dados recolhidos ao longo do nosso estudo e a respectiva análise, tendo em consideração os objectivos delineados. Para tal, dividimos esta secção em duas partes, de modo a analisar primeiramente o sucesso alcançado pelos alunos na realização das tarefas propostas, e seguidamente a influência do hiperdocumento nos processos cognitivos desenvolvidos nas mesmas tarefas.

À medida que analisamos os dados recolhidos, tentaremos sempre fazer a ponte com o estado de arte que sustenta a discussão dos mesmos.

1.1- Análise do sucesso dos alunos na resolução das tarefas

Não obstante o objectivo principal do estudo seja o de analisar a influência da exploração do hiperdocumento nos processos cognitivos desenvolvidos pelos alunos na resolução de problemas, o sucesso obtido na resolução das tarefas propostas é também um dado digno de registo. No quadro 1 é possível comparar o sucesso dos alunos na resolução das tarefas propostas no pré e pós-teste.

Quadro 1 – Resultados dos alunos no pré e pós-teste

	Pré-teste (n.º alunos/percentagem)	Pós-teste (n.º alunos/percentagem)
Resposta correcta	3 / 37,5%	6 / 75%
Resposta incorrecta	4 / 50%	2 / 25%
Desistiu	1 / 12,5%	-

Analisando o quadro, apercebemo-nos de imediato da melhoria de resultados dos alunos, a avaliar pela diferença no número de respostas (correctas e incorrectas) conseguidas nos dois momentos de avaliação. Embora estes dados não sejam indicadores inequívocos da influência do hiperdocumento no desenvolvimento de processos cognitivos que potenciem a resolução de problemas, o aumento da percentagem de sucesso dos alunos na resolução dos problemas, por si só, é de assinalar e, como tal, não deixa de ser um importante argumento na análise das vantagens do hiperdocumento.

Como referimos anteriormente, estes dados, embora importantes, não são o foco da nossa investigação, uma vez que, como já referimos, nos propomos a analisar a influência do

hiperdocumento nos processos cognitivos desenvolvidos durante a realização das tarefas propostas.

1.2- Análise das estratégias de auto-regulação desenvolvidas pelos alunos

Os dados recolhidos foram alvo de análise de conteúdo com o objectivo de analisar os discursos dos alunos e identificar os processos cognitivos subjacentes às estratégias de aprendizagem mobilizadas aquando da resolução de problemas. Para tal, procedeu-se ao desenvolvimento de um quadro resumo das categorias que pretendíamos identificar nos discursos dos alunos. Baseamo-nos então nos principais autores que analisam a influência de hiperdocumentos na aprendizagem (e.g., Cromley et al., 2005; Azevedo et al., 2007a, 2007b; Greene & Azevedo, 2007; Moos & Azevedo, 2007). Desta análise, surgiu o seguinte quadro referencial de análise.

Quadro 2 – Estratégias de Auto-Regulação utilizadas pelos alunos

Estratégias	Definição
• Auto-questiona	Coloca uma questão a si mesmo no sentido de auxiliar o seu percurso de aprendizagem.
• Dificuldade da tarefa	Refere que sente dificuldades na resolução da tarefa ou que não entende a informação.
• Inferências correctas	O aluno estabelece uma conexão válida entre assuntos através de uma ilação ou dedução.
• Inferências incorrectas	O aluno estabelece uma conexão inválida entre assuntos através de uma ilação ou dedução.
• Monitorização	Comenta sobre a adequação dos resultados alcançados ou das estratégias adoptadas.
• Objectivos	Conjunto de operações possíveis de realizar ou adiáveis, de acordo com estados que se pretendem alcançar.
• Planeamento	Coordenar a informação disponível, desenvolvendo um modo de actuação específico de acordo com uma hierarquia de metas ou sub-metas.
• Procurar dados no problema	Procura dados importantes no problema, no sentido de desenvolver/definir uma estratégia de resolução.
• Reconto do problema	Resume o problema por palavras suas, utilizando os dados que tem disponíveis.
• Registo dos dados	O aluno regista os dados do problema.
• Releitura do problema	Lê novamente o problema, ou a parte contendo os dados importantes ou a questão.
• Representação	Utilizar desenhos ou esquemas para auxiliar na aprendizagem.
• Revê os tópicos do problema	O aluno revê a situação, no sentido de avaliar a adequação da sua estratégia.
• Sintetizar	Sumariar o que leu, interpretou ou realizou.
• Tentativa e erro	Estratégia de resolução.

Ao analisarmos as verbalizações de cada aluno, foi necessário desenvolver quadros resumo (Quadro 3) de modo a esquematizar os vários processos identificados para que, mais tarde, os comparássemos com os restantes alunos. Para cada aluno foram então contabilizadas as unidades de registo recolhidas nas verbalizações, como podemos observar no exemplo do quadro 3. As transcrições foram alvo de análise cuidada por parte do investigador que procurou identificar processos cognitivos por comparação com o quadro 2.

Quadro 3 – Análise das verbalizações de um aluno

Variável	Unidades de registo
1. Pré-teste	
Registo dos dados	- “muito bem, vou anotar os pesos...”
Tentativa e erro	- “Suponhamos que na primeira viagem o homem de 50 kg é o condutor (do barco) e vai com o de 75 kg...”
2. Pós-teste	
Planeamento	- “... vou ler outra vez o problema”
Releitura do problema	- “aqui diz que ele não tem nenhuma no seu pacote - “aqui diz que ele já as comeu todas” - “e diz aqui que, se o Tibúrcio lhe der uma das suas” - “diz aqui... o teu pacote tem mais bolachas”
Registo dos dados	- O sujeito escreve: “ ficam com o mesmo número de bolachas”.

O quadro 4 sintetiza a frequência dos vários processos detectados durante as fases do pré e pós-teste nos oito alunos que integravam o grupo em estudo.

Quadro 4 – Exemplos de processos de Auto-Regulação identificados nos discursos dos alunos

Processos	Pré-teste		Pós-teste	
	Exemplo	Freq./% ¹⁸	Exemplo	Freq./%
Reconto do problema	“...ora bem, temos três amigos que querem atravessar para a outra margem... hum... e o barco só aguenta com 130 kg” (Sujeito 5); “... são 3 amigos e aqui diz que o barco tem uma capacidade máxima de 130 kg... e os amigos pesam 50, 75 e 90 kg” (Sujeito 6);	4/8,9%	“sabemos que o Tibúrcio tem o dobro das bolachas do Anacleto...” (Sujeito 1); “o problema diz-nos que, se o Tibúrcio der uma das suas bolachas ao Anacleto, ficam iguais” (Sujeito 2);	6/12,5%
Representação	“... vamos usar desenhos” (Sujeito 1)	2/4,4%	O aluno faz um esquema do problema. (Sujeito 7)	1/2,1%

¹⁸ As percentagens apresentadas encontram-se arredondadas às décimas.

Sintetizar	“... o barco que pesa 90 kg pode ir uma vez, o de 75 uma vez e o de 50, duas vezes” (Sujeito 1)	1/2,2%	—	-
Tentativa e erro	“Vamos ver se 90 mais 90..deu 180, por isso este já não pode ser assim” (Sujeito 1); “vou ver agora 75 mais 90 ...155” (Sujeito 8)	19/42,2%	“vamos tirar um número à sorte” (Sujeito 6); “vamos tirar um número à sorte... O Tibúrcio tem, por exemplo, oito bolachas” (Sujeito 1);	8/16,7%
Procurar dados no problema	—	-	“...temos que ir ver os dados que temos” (Sujeito 1)	1/2,1%
Objectivos	“... se eles pesam 50, 75 e 90 kg tenho de saber quantas viagens vão ter de atravessar” (Sujeito 2)	1/2,2%	“ Nós temos de saber quantas bolachas tem o Tibúrcio” (Sujeito 1)	2/4,2%
Releitura do problema	“... aqui diz para dizer quantas viagens têm de realizar sem afundar o barco e o barco não pode voltar sozinho” (Sujeito 2) Lê novamente o problema (Sujeito 6)	2/4,4%	O aluno lê a parte do problema em que o Tibúrcio refere que o amigo já não tem bolachas. (Sujeito 7) O aluno lê o problema novamente (Sujeito 8)	12/25%
Registo dos dados	Toma nota dos dados (Sujeito 8) “...muito bem, vou anotar os pesos...” (Sujeito 4)	3/6,7%	“ Vou agora tomar nota do problema” (Sujeito 7) O sujeito escreve: “ ficam com o mesmo número de bolachas” (Sujeito 4)	3/6,3%
Planeamento	“... vou ler de novo o problema” (Sujeito 6) “... vou somar todos os pesos ...” (Sujeito 8)	3/6,7%	“...vou ler de novo o problema” (Sujeito 2) “... vou ler outra vez o problema” (Sujeito 4)	3/6,3%
Inferências correctas	“dá 215 kg portanto não podem atravessar o rio” (Sujeito 8) “por isso não pode ir o de 90kg...” (Sujeito 7)	4/8,9%	“...leva-me a pensar que o Tibúrcio tinha duas bolachas” (Sujeito 3) “ se o Tibúrcio lhe der uma bolacha ficam os dois com o mesmo número...” (Sujeito 7)	5/10,4%
Inferências incorrectas	—	-	“isso quer dizer que o Tibúrcio vai ter o dobro das bolachas do Anacleto” (Sujeito 6)	2/4,2%
Dificuldade da tarefa	“... isto é difícil, não tou a ver como vou resolver” (Sujeito 5) “... não estou a conseguir resolver” (Sujeito 6)	3/6,7%	—	-
Revê os tópicos do problema	“(soma novamente 50 com 90)... assim não dá...” (Sujeito 5) “... vão o de 50 e o de 75, depois volta o de 50 e vai o de 90 e o de 50 kg vai de fora do barco agarrado” (Sujeito 5)	2/4,4%	—	-
Auto-questiona	“podia ir o de 50 e o de 75, mas quem é que voltava para buscar o de 90 já que já passa da capacidade máxima do barco, e destes amigos qual deles é que viria buscar o de 90 kg?” (Sujeito 6)	1/2,2%	“então quantas bolachas tem o Tibúrcio no seu pacote?” (Sujeito 6)	1/2,1%
Monitorização	—	-	“ este número não está certo...” (Sujeito 6) “... estouv-me a enganar” (Sujeito 6)	2/4,2%
TOTAL		45/100%		48/100%

Analisando o quadro 4, é notória a diminuição da frequência da estratégia “tentativa e erro” para menos de metade no pós-teste. De assinalar, ainda, que no pré-teste, este comportamento representa cerca de 42,2% dos processos analisados e que no pós-teste este diminui para 16,7% do total. Esta diminuição é interessante do ponto de vista pedagógico no sentido que representa, na nossa opinião, uma maior consciencialização dos alunos sobre a

importância de desenvolver uma estratégia de resolução do problema. A necessidade de desenvolver planos de resolução para os problemas é várias vezes referida no hiperdocumento, assim como outras, e vai sendo reforçada ao longo do percurso. No entanto, devido ao facto de nem todos os alunos terem realizado todas as tarefas propostas (quatro no total) no hiperdocumento, e como tal, o seu percurso ter sido mais curto ou rápido que o desejado, este comportamento é evidenciado mais em uns alunos que outros não tendo sido, portanto, devidamente consolidado. A questão do percurso dos alunos será novamente abordada nas limitações do estudo.

Como professores de Matemática observamos diariamente, nos nossos alunos, uma grande incidência na frequência da estratégia de resolução de problemas por “tentativa e erro”. Os métodos de resolução utilizados diariamente revelam pouca concentração/atenção e ainda a ausência de um plano de actuação. Desta forma, um dos princípios a adoptar para a promoção do sucesso nestas actividades passa, sem dúvida, pela definição de um plano de actuação que permita atingir a(s) resposta(s) correcta(s). Sendo assim, é de salientar a mudança de atitude verificada face ao problema, revelada pela diminuição da frequência do processo “tentativa e erro”, indicador de uma tomada de consciência face ao processo de resolução da tarefa e sinónimo de uma necessidade em definir estratégias de actuação na resolução da tarefa. A diminuição da frequência desta estratégia é, em termos educativos, assinalável.

Outro comportamento com alterações significativas é a “releitura do problema”. Este comportamento registou uma melhoria significativa na frequência de 2 (cerca de 4,4% do total das unidades de registo) no pré-teste para 12 (25% do total) no pós-teste. Este aumento é deveras significativo, e alocamo-lo à aprendizagem realizada pelos alunos na exploração/utilização do hiperdocumento. Este comportamento é várias vezes aconselhado ao longo do mesmo, uma vez que a literatura defende a necessidade de desenvolver metodologias auto-reguladoras que potenciem uma metacognição e conseqüente monitorização por parte dos alunos, no sentido de, eles próprios, desenvolverem uma crescente autonomia ao longo do processo de aprendizagem (e.g., Azevedo, 2005; Azevedo et al., 2005, 2007a, 2007b; Azevedo & Hadwin, 2005; Cromley et al., 2005; Donovan & Bransford, 2005; Rosário et al., 2006, 2007, 2008). Esta autonomia vai sendo desenvolvida graças aos apoios (andaimagens) recebidos ao longo do processo pedagógico. Neste sentido, consideramos que a utilização deste hiperdocumento constitui uma prática educativa fomentadora da autonomia por parte dos alunos. No entanto, como comprovaram Azevedo e colaboradores (2005, 2007b), a utilização de um hiperdocumento por si só não é suficiente para que haja uma melhoria significativa nos

resultados dos alunos. Para que estes desenvolvam uma maior profundidade de conhecimento, é necessário recorrer a múltiplas representações da informação (e.g., notas, mapas conceptuais, resumos, tutoriais). Por esta razão foram adoptadas diferentes representações da informação (e.g., texto, imagem, tabelas), de acordo com as limitações existentes na altura, como o domínio da tecnologia *flash*, que conferiria um maior dinamismo ao hiperdocumento. A adaptabilidade das andaimagens ao conhecimento desenvolvido ao longo do hiperdocumento, e ainda o treino auto-regulatório na aula e a tutoria humana permitem ajudar os alunos no desenvolvimento de modelos mentais mais sofisticados em resultados de pós-teste. Azevedo e colaboradores (2007b) propõem ainda que os alunos devem analisar a situação, determinar os objectivos, definir as estratégias para os alcançar e aferir a sua adequabilidade e avaliar a sua aprendizagem monitorizando o percurso e modificando estratégias, objectivos, planos e esforços de acordo com as condições da tarefa. Por esta razão foi tão reforçada a necessidade de releitura do problema e de definição de objectivos ao longo do hiperdocumento.

Relevamos o aumento da frequência dos processos “releitura do problema” e “reconto do problema” e a diminuição da “tentativa e erro”, sinónimos de uma superior análise e consequente compreensão do problema. Estas competências metacognitivas são de grande valor aquando da realização de determinadas tarefas (e.g., resolução de problemas) uma vez que necessitam que o aluno mobilize as suas aprendizagens anteriores no sentido de ultrapassar novos desafios. Esta adaptação às novas situações também é salientada por Donovan e Bransford (2005) ao enfatizarem a importância das aprendizagens anteriores neste processo e a importância de criar condições que possibilitem uma consolidação das aprendizagens, associado à variedade de experiências com factos deveras importantes e significativos para adquirir novos conhecimentos.

Também registamos um aumento da frequência da estratégia “reconto do problema”. Este processo constituía cerca de 8,9% do total das unidades de registo contabilizadas no pré-teste e aumentou para 12,5%. É um aumento a considerar uma vez que, juntamente com os processos acima referidos, é enaltecedor de uma superior consciencialização do processo de resolução do problema. Trata-se de uma estratégia valorizada no hiperdocumento, quando se aconselha o aluno a recontar o problema por palavras próprias ou com expressões do texto, no sentido de aumentar o nível de compreensão da situação.

Outro comportamento que poderia indicar uma maior consciência do processo de resolução das tarefas é a “síntese do problema”. No entanto, verificamos uma extinção deste processo no pós-teste, não obstante no pré-teste este ter sido apenas contabilizado uma vez.

Consideramos que o facto da maioria dos alunos não ter percorrido todo o hiperdocumento pode explicar esta diminuição, uma vez que, provavelmente, não consolidaram esta estratégia de resolução. Outra explicação está relacionada com o nível de concentração detectado nos alunos ao longo do pós-teste. Tendo em conta que este foi realizado imediatamente a seguir à exploração do hiperdocumento, notou-se que a maioria dos alunos já estava algo desconcentrada e não realizou a tarefa com o mesmo empenho que no pré-teste. Os alunos revelaram-se menos empenhados à medida que o estudo ia decorrendo. Consideramos que este facto merece alguma atenção da nossa parte e voltaremos a ele nas reflexões finais.

A “procura de dados no problema”, a “definição de objectivos” e a “monitorização” sofreram um aumento pouco significativo. Observa-se um ligeiro aumento, embora também pouco significativo, no número de “inferências correctas” realizadas.

De destacar, ainda, a extinção da afirmação de “dificuldade da tarefa”. Este comportamento representou 6,7% das unidades de registo no pré-teste e extinguiu-se no pós-teste. Este comportamento consiste na sensação de dificuldade sentida pelo aluno aquando da resolução da tarefa e é assinalada por afirmações do tipo:

“...isto é difícil, não tou a ver como vou resolver” (Sujeito 5)

“...não consigo resolver” (Sujeito 6).

Este comportamento foi extinto no pós-teste, indiciando um maior controlo dos alunos sobre a dificuldade da tarefa em questão. Outro comportamento que se extinguiu no pós-teste foi o “revê os tópicos do problema”. Consideramos que o sucedido está relacionado com um eventual aumento da auto-confiança do aluno, o que também pode ser negativo. Este comportamento pode indicar também um estado de menor grau de concentração/atenção no qual o aluno pretende responder o mais rápido possível para terminar a tarefa.

Inexplicavelmente, a frequência de “inferências incorrectas” aumentou no pós-teste. Este facto parece condizente com o que referimos anteriormente acerca da confiança, concentração e empenho dos alunos ao longo do desenrolar das tarefas, conforme podemos analisar na afirmação:

“se ele tem o dobro... e em baixo diz que o Anacleto não tem nenhuma bolacha por isso, o dobro de nenhuma... são duas...” (Sujeito 5)

Neste caso, é perceptível a desconcentração do aluno ao calcular o dobro de zero. Ou ainda na afirmação:

“ (...) isso quer dizer que o Tibúrcio vai ter o dobro das bolachas do Anacleto”
(Sujeito 6),

Nesta afirmação o aluno ignora o facto de um dos amigos já não ter nenhuma bolacha. Estes aspectos poderão estar ainda associadas à duração da tarefa, indiciando a perda de concentração ao longo de tarefas mais longas.

Relativamente às restantes estratégias utilizadas, não houve alterações significativas. Este facto pode estar relacionado com o facto de vários alunos terem interrompido o seu percurso pelo hiperdocumento cedo demais, o que prejudicou eventualmente a aquisição de determinadas competências (e.g., representação da informação, releitura do problema, atenção aos pormenores). Apenas um aluno percorreu o hiperdocumento até ao final, realizando todas as tarefas propostas. Os restantes alunos abandonaram este percurso à primeira ou segunda tarefa, pelo que não consolidaram a informação que se pretendia transmitir. Ainda assim, assimilaram parte das aprendizagens, como a necessidade de reler o problema ou não tentar adivinhar a resposta do problema à sorte (tentativa e erro).

No total, não houve diferenças significativas no número total de processos contabilizados (45 no pré-teste/48 no pós-teste). Podemos afirmar, no entanto, que houve um aumento da qualidade nos processos cognitivos dos alunos antes e depois da experiência, a concretizar-se numa diminuição na “tentativa e erro” de 58% e aumentos de 500% na “releitura do problema”, 100% na “definição de objectivos”, 50% no “reconto do problema” e de 25% nas “inferências correctas”. Registou-se ainda uma diminuição de 50% na “representação do problema” e o aparecimento de “inferências incorrectas”. Estes acontecimentos podem ser explicados por algum excesso de confiança revelado pelos alunos, nomeadamente nas fases de resolução das tarefas no hiperdocumento e no pós-teste e ainda por uma diminuição na concentração que terá prejudicado o decorrer do pós-teste. As mesmas razões explicam a diminuição de 50% na representação do problema. O excesso de confiança foi notório em alguns alunos ao lerem o problema demasiado rápido, não prestando atenção a certos pormenores como no caso do pós-teste, negligenciando o facto de um dos amigos já não ter bolachas ou então lendo apenas a informação inicial que a embalagem de um dos amigos tinha o dobro das bolachas. Esta falta de atenção aos pormenores acentua-se pela leitura apressada dos problemas e pela aparente facilidade da tarefa, o que contribui para explicar os maus resultados obtidos nesta dimensão.

Relativamente ao “auto-questionamento”, a frequência registada no pré e pós-teste foi a mesma e, curiosamente, no mesmo aluno. Trata-se de um aluno com bastante espírito crítico mas, no entanto, demasiado confiante, o que o prejudicou na resolução de tarefas como a do pós-teste, na qual negligenciou o facto já referido de um dos amigos já não ter bolachas.

Os restantes comportamentos sofreram pequenas flutuações, percentualmente pouco relevantes.

Os resultados globais positivos registados permitem-nos considerar seriamente a utilização deste tipo de ferramentas cognitivas na aquisição de conhecimentos. Como já assinalamos anteriormente, esta utilização por si só não é suficiente. Deve ser acompanhada de uma reflexão sobre o seu propósito e componentes (Jonassen, 2007; Ramos, 2007; Silva & Silva, 2005), no sentido de permitir que os alunos desenvolvam competências de adaptação e de monitorização do seu trabalho. Obviamente, este percurso é bastante longo, e dessa forma cabe ao professor fomentar a autonomia do aluno, alocando à aprendizagem andaimagens de vários graus e tipos, para que o aluno se sinta confiante no seu percurso.

2- CONCLUSÕES

O novo programa de Matemática (M.E., 2007b), a aplicar num futuro próximo, coloca um enfoque diferente nas competências de resolução de problemas que o até agora vigente. Com o objectivo de contribuir para a investigação realizada no nosso país sobre esta temática, este estudo pretende ser mais do que um projecto independente e fechado. O protótipo desenvolvido e a reflexão realizada sobre a sua influência no processo de resolução de problemas pelos estudantes, constituem uma base para a investigação que pretendemos desenvolver num futuro próximo e também a de outros investigadores que trabalham esta temática no âmbito do projecto em que estamos envolvidos. Além disso, o seu futuro aprimoramento tecnológico permitirá o desenvolvimento de uma plataforma interactiva de aprendizagem ainda mais motivadora. A referida aplicação, em desenvolvimento por uma equipa¹⁹ de psicólogos, investigadores e professores da disciplina, visa abordar todas as áreas programáticas da disciplina de matemática do Ensino Básico. Assim sendo, do hiperdocumento por nós desenvolvido constavam a operacionalização da resolução de problemas em quatro

¹⁹ <http://www.guia-psiedu.com/>

etapas, e a apresentação de quatro tarefas/problemas para aplicarem os conhecimentos desenvolvidos ao longo do documento.

Inicialmente definimos as seguintes questões de investigação às quais responderemos de seguida:

- Qual a eficácia do hiperdocumento desenvolvido na resolução de problemas, ao nível dos resultados atingidos e dos processos cognitivos desenvolvidos?
- Qual a eficácia das andaimagens fornecidas pelo hiperdocumento nos processos envolvidos na resolução de problemas?

Relativamente à primeira questão, analisando os resultados, concluímos que o hiperdocumento influenciou positivamente os alunos participantes. Esta influência pode ser observada: i) no aumento do número de respostas correctas no pós-teste, ii) na diminuição significativa da frequência dos processos de “tentativa e erro”, iii) no aumento expressivo da “releitura do problema”, iv) no ligeiro aumento de comportamentos relevantes para o sucesso nas tarefas como a “releitura do problema”, o “reconto do problema”, a “monitorização”, a “definição de objectivos”, as “inferências correctas”, v) na diminuição da “dificuldade da tarefa”, e vi) no entusiasmo dos alunos verificada na exploração do hiperdocumento. Embora umas mais significativas que outras, estas diferenças sugerem vantagens da utilização do hiperdocumento na construção de novas aprendizagens. A sua arquitectura, condizente com o objectivo metacognitivo e auto-regulatório de fomentar a autonomia e sentido de adaptação dos alunos, é propícia à utilização pelos alunos, individualmente e, eventualmente, em pares. No entanto convém salientar a necessidade de acompanhar a utilização da tecnologia de uma reflexão sobre as práticas educativas que a sustente (Jonassen, 2007; Ramos, 2007; Silva & Silva, 2005), algo que vai de encontro à afirmação de Azevedo e colaboradores (2007) ao salientarem a dificuldade que os alunos sentem em lidar com a aprendizagem monitorizada em ambientes hipermédia. Concluímos então que de nada serve a tecnologia isoladamente, se não acompanhada de uma base pedagógica diária, sustentada no discurso e práticas lectivas dos docentes.

No que concerne à segunda questão de investigação, pretendíamos averiguar se as andaimagens fornecidas aos alunos ao longo do hiperdocumento eram eficazes na aquisição de novas aprendizagens e como tal, capazes de influenciar os processos cognitivos desenvolvidos durante a realização das mesmas. Estas andaimagens surgem ao longo do hiperdocumento na forma de sugestões e conselhos na resolução dos problemas, de modo que os alunos possam

desenvolver um conhecimento processual sobre a resolução de problemas, através de um modo de actuação comum. Em hiperdocumentos mais elaborados e de outras áreas, o uso de andaimagens processuais poderá ser essencial na aquisição deste conhecimento (Azevedo, 2005; Azevedo et al., 2005, 2007a, 2007b; Azevedo & Hadwin, 2005; Cromley et al., 2005; Azevedo & Jacobson, 2007; Greene & Azevedo, 2007).

Além das conclusões sobre a influência do hiperdocumento desenvolvido nos processos desenvolvidos pelos alunos na resolução de problemas, este estudo suscitou ainda a reflexão sobre temas mais gerais.

Num sistema educativo que tem como objectivos principais a diminuição das taxas de analfabetismo e de literacia, a promoção de hábitos de leitura e de competências matemáticas, e, acima de tudo, o aumento do sucesso na Língua Portuguesa e na Matemática, consideramos que a necessidade de fomentar nos alunos o espírito de empenho e perseverança para ultrapassar obstáculos é indissociável deste aspecto. O sucesso educativo em geral está alocado a um grande investimento pessoal e logístico e como tal, não deve ser tomado de ânimo leve.

Este estudo revelou alguma falta de preparação dos alunos na realização de tarefas de carácter exploratório no qual lhes é dado grande controlo sobre a situação. Este facto pode ser evidenciado pela pressa dos alunos em terminar o percurso no hiperdocumento. Por isso mesmo consideramos ser recomendável retirar no hiperdocumento a possibilidade que é dada ao aluno de “ir para o final” nas fases mais iniciais. Esta constatação vai de encontro às afirmações de Azevedo e colegas (2007b), ao referirem que a aprendizagem em ambientes hipermédia suscita nos alunos uma maior responsabilização, sentindo assim uma maior dificuldade em adoptar estratégias para a construção de novos conhecimentos. Os autores salientam ainda que, geralmente, os alunos utilizam estratégias de aprendizagem ineficazes e sem objectivos definidos.

Este dado refere a necessidade de o sistema educativo intencionalizar o ensino de estratégias de auto-regulação na sala de aula. Os professores devem dotar os seus alunos de mecanismos de actuação neste tipo de ambientes para que estes desenvolvam aprendizagens de forma mais autónoma, confiante e eficaz. Ora, num sistema de ensino no qual os professores se encontram cada vez mais burocraticamente sobrecarregados, a real aprendizagem dos alunos pode ser prejudicada. Concluimos, então, que muitos alunos não se encontram preparados para construir e desenvolverem aprendizagens significativas, quer pelos seus objectivos pessoais, díspares da escola, quer por uma cultura de ensino tipo “*fast-food*”, focalizada no objectivo central de dar cumprimento formal aos programas educativos.

Reconheçamos, também, que o sucesso de um sistema educativo em geral e dos alunos em particular, depende do esforço concertado dos seus três intervenientes não hierarquizáveis: professores, alunos e família. Consideramos que é necessário promover o ensino pela descoberta e para a autonomia. Assim sendo, as práticas educativas devem ir ao encontro destes ideais e não recuar perante eventuais pressões externas valorizadoras de aspectos como o cumprimento dos programas, e/ou factores distractores externos à sala de aula, sob pena de, [eventualmente] o sistema de ensino conspirar, inconscientemente, para a alienação pedagógica de muitos dos seus futuros cidadãos, que vêm em qualquer novo obstáculo algo difícil de transpor. Num futuro tecnológico-industrial onde a capacidade de adaptação às novas necessidades e oportunidades se exige (Castells, 2007), mobilizando para isso as aprendizagens anteriores, os professores devem orientar as suas práticas neste sentido. O que poderão então os docentes fazer para contrariar esta tendência? Pensamos que a resposta está na promoção da autonomia e de hábitos e meios de actuação coerentes e significativamente pedagógicos e na dedicação ao sucesso, pessoal e colectivo.

A utilização do hiperdocumento pelos alunos parece ser benéfica para a maior consciencialização dos alunos sobre a importância em estabelecer modos de actuação na resolução de problemas. Suscita ainda um maior envolvimento destes na sua aprendizagem, ao permitir que desenvolvam um trabalho autónomo, de acordo com as suas aprendizagens e/ou conhecimentos anteriores. A par do próprio hiperdocumento desenvolvido, a utilização de suportes tecnológicos como o computador ou ainda dos quadros interactivos, é propiciadora de um maior envolvimento e predisposição para a aprendizagem por parte dos alunos, desenvolvendo parcerias intelectuais na construção do conhecimento e na reflexão das suas aprendizagens (Azevedo & Jacobson, 2007).

2.1 Implicações do estudo

A base do hiperdocumento desenvolvido vai de encontro aos objectivos do Novo Programa de Matemática (M.E., 2007b). Tendo em conta a crescente tecnologia existente cada vez mais nas escolas (e.g., programa e-escolas, quadros interactivos), torna-se fulcral o desenvolvimento de materiais que permitam explorá-la retirando todo o partido da apetência tecnológica dos nossos alunos. Torna-se, então, necessário desenvolver práticas educativas que incorporem a tecnologia, numa consonância pedagogicamente coerente para a construção de

ambientes de aprendizagem profícuos em suscitar nos alunos um maior interesse e, conseqüentemente, mais empenho na mobilização das suas competências volitivas para o sucesso. No entanto, para a construção destes ambientes, é necessário que os professores detenham as competências tecnológicas que tal o permitam e ainda que estejam sensibilizados para a necessidade de estimular a auto-regulação nos seus alunos, promovendo assim a sua autonomia e metacognição.

Os resultados deste estudo forneceram indicações que os alunos não estão preparados para a realização de tarefas de carácter exploratório. Este facto foi visível nas fragilidades reveladas pelos alunos nos momentos de maior reflexão existentes nos problemas apresentados, adoptando, na maioria das vezes, uma abordagem inadequada e, por vezes, irreflectida.

O professor deve então adoptar uma metodologia de ensino conducente a uma maior reflexão por parte dos alunos, através da realização de tarefas que tal exija, assumindo-se como um promotor da autonomia, utilizando para isso as tecnologias de informação e comunicação disponíveis nas escolas e reflectindo sobre o seu propósito. Muitas destas tarefas poderiam, por exemplo, ser realizadas nas aulas da Área Disciplinar Não Curricular de Estudo Acompanhado, ao invés de outras actividades, eventualmente desprovidas de qualquer significado pedagógico. A dinâmica entre práticas pedagógicas auto-regulatórias e tecnologia assume-se como uma solução verdadeiramente eficaz na promoção do sucesso escolar. Como referimos anteriormente, a tecnologia por si só não é suficiente (Jonassen, 2007, Ramos, 2007; Silva & Silva, 2005). Deve ser acompanhada de uma reflexão sobre o seu propósito e componentes, no sentido de permitir que os alunos desenvolvam competências de adaptação e de monitorização do seu trabalho. Chamamos a atenção para este aspecto, uma vez que a formação existente actualmente, apela mais ao domínio tecnológico que à reflexão sobre as práticas educativas no sentido de desenvolver a autonomia nos alunos. Assim sendo, afirmamos a necessidade de desenvolver plataformas e ferramentas promotoras de uma abordagem auto-reguladora e metacognitiva dos alunos face à sua aprendizagem.

Apelamos ainda a indispensabilidade em criar pontes entre escolas e universidades, de modo a desenvolverem projectos pedagogicamente coerentes e promotores da autonomia, numa interacção que permita ainda a troca de experiências e conhecimentos.

O esforço concertado de todos os intervenientes no processo educativo e a reflexão conjunta e individual para o desenvolvimento de materiais tecnológicos baseados na auto-regulação são a chave para a promoção do sucesso educativo.

2.2 Limitações do estudo

Chegados ao final do estudo, reflectimos sobre as limitações do nosso trabalho, reflectindo sobre alguns aspectos.

Ao realizarmos um estudo de caso com estas características, é importante salientar que os resultados não são generalizáveis. A amostra utilizada no estudo não era representativa da população devido a vários aspectos que constituíram desde o início, uma limitação à possível generalização dos resultados. Devido a operacionalização do estudo, foi necessário recorrer a alunos mais voluntários no sentido de realizarem as várias tarefas propostas, sem o risco de desmotivarem rapidamente abandonando as tarefas antes de recolhermos todas as verbalizações. Embora não de uma forma directa, esta característica dos alunos encontra-se alocada ao seu sucesso escolar, o que tornaria, inevitavelmente, esta amostra não tão representativa.

Por outro lado, a adesão inicial dos alunos ao estudo não foi positiva e condicionou a escolha dos participantes. Na turma composta por vinte e quatro alunos, apenas metade (12 alunos) quis participar. Foram poucos os alunos voluntários e demoraram a devolver as autorizações, o que prejudicou e limitou, devido à nossa calendarização, a procura de outras alternativas. Dos alunos que não participaram, cinco perderam a autorização, três não quiseram participar e quatro não foram autorizados pelos respectivos encarregados de educação. Este facto é, por si só uma grande limitação ao estudo, uma vez que reflecte a indiferença dos alunos e dos seus encarregados de educação face ao desenvolvimento de projectos promotores do sucesso escolar.

Outra das limitações a assinalar é o facto de apenas um aluno ter percorrido o hiperdocumento até ao final. Os restantes terminaram o percurso depois da primeira ou segunda tarefa. Consideramos que este facto é sinónimo de que os alunos não estão familiarizados com actividades mais longas e de carácter exploratório, optando por abordagens mais impulsivas do que reflexivas. Este facto reforça a necessidade de desenvolver práticas educativas que permitam que o aluno desenvolva e construa conhecimentos através da manipulação e exploração. Além disto, parece-nos importante retirar a possibilidade “terminar a apresentação” do final das primeiras tarefas, incluindo-a apenas depois da terceira, de modo que os alunos possam consolidar as suas aprendizagens. Consideramos que o facto de a maioria dos alunos ter terminado a apresentação muito rápido, prejudicou os resultados expectáveis para este estudo.

Para terminar, gostaríamos de deixar a recomendação para a realização de um estudo experimental para avaliar a influência deste hiperdocumento. A comparação das verbalizações de um grupo experimental (com o hiperdocumento) com as de um grupo de controlo (sem hiperdocumento) permitiriam alargar e generalizar as conclusões sobre a eficácia pedagógica deste hiperdocumento, em particular, e sobre a utilização dos hipermedia em geral.

Esperamos pois, com esta humilde contribuição, motivar outros investigadores para a necessidade de desenvolver estudos sobre a utilização dos hipermedia na construção de conhecimentos mais profundos e duradouros, uma vez que, devido à humildade do nosso estudo, tal não foi possível. Contamos também ter alargado a compreensão sobre a temática da utilização de hiperdocumentos na aprendizagem.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, R. (1998). Retrieved Junho 5, 2009, from Using Hypermedia to Learn about Complex Systems: A Self-Regulation Model:
<http://www.cogs.susx.ac.uk/users/bend/aied2001/azevedo.pdf>
- AZEVEDO, R. (2005). Using hypermedia as a metacognitive tool for enhancing student learning? The role of self-regulated learning . *Educational Psychologist 40(4)* , pp. 199-209.
- AZEVEDO, R., CROMLEY, J., WINTERS, F., MOOS, D., & GREENE, J. (2005). Using Computers as MetaCognitive Tools to Foster Students' Self-Regulated Learning. *Paper presented at an invitational session of the Technology, Instructional, Cognition, and Learning SIG at the annual meeting of the American Educational Research Association*. Montreal, Canada.
- AZEVEDO, R., GREENE, J. A., & MOOS, D. C. (2007a). The effect of a human agent's external regulation upon college students' hypermedia learning. *Metacognition Learning* , pp. 67-87.
- AZEVEDO, R., & HADWIN, A. F. (2005). Scaffolding self-regulated learning and metacognition: Implications for the design of computer-based scaffolds. *Instructional Science, 33* , pp. 367-379.
- AZEVEDO, R., & JACOBSON, M. (2007). Advances in scaffolding learning with hypertext and hypermedia: a summary and critical analysis. *Educational Technology Research and Development, Volume 56, Number 1* , pp. 93-100.
- AZEVEDO, R., MOOS, D. C., GREENE, J. A., WINTERS, F. I., & CROMLEY, J. G. (2007b). Why is externally-facilitated regulated learning more effective than self-regulated learning with hypermedia? *Education Technology Research Development (56)* , pp. 45-72.
- BIDARRA, J. (2005). *Teoria da Comunicação - Hipermedia*. Retrieved Junho 5, 2009, from Video.grafias: <http://www.univ-ab.pt/~bidarra/hyperscapes/video-grafias-8.htm>
- BOEKAERTS, M., & CORNO, L. (2005). Self-regulation in the classroom. *Applied Psychology: An International Review, 54 (2)* , pp. 199-231.
- BROCKMANN, R. J., HORTON, W., & BROCK, K. (1989). From database to hypertext via electronic publishing: an information odyssey. In E. Barret, *The Society of Text: Hypertext, Hypermedia, and the Social Construction of Information* (pp. 162-205). Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- CARVALHO, A. A. (1999). *Os Hipermedia em Contexto Educativo*. Braga: IEP - Universidade do Minho.
- CARVALHO, A. A. (2007, Maio/Agosto). Rentabilizar a Internet no Ensino Básico e Secundário: Dos Recursos e Ferramentas Online aos LMS. *Sísifo / Revista de Ciências da Educação* , pp. 25-39.

- CASTELLS, M. (2007). *A Galáxia Internet: Reflexões sobre Internet, Negócios e Sociedade (2ª ed.)*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian (Original publicado em 2001).
- CASTRO, M. A. (2007). *Processos de auto-regulação da aprendizagem: impacto de variáveis académicas e sociais*. Tese de mestrado. Braga: Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho.
- CHI, M. T., GLASSER, R., & REES, E. (1982). Expertise in Problem Solving. In R. J. STERNBERG, *Advances in the Psychology of Human Intelligence, vol. 1* (pp. 7 - 75). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- COUTINHO, C. P. (2005). *Recursos de Investigação em Tecnologia Educativa em Portugal. Uma abordagem temática e metodológica a publicações científicas /1985-2000*. Braga: Edição com o apoio Financeiro da FCT.
- CROMLEY, J., AZEVEDO, R., & OLSON, E. (2005). Self-regulation of Learning with Multiple Representations in Hypermedia. In C. K. LOOI, G. McCALLA, B. BREDEWEG, & J. BREUKER, *Artificial Intelligence in Education* (pp. 184-191). IOS Press.
- D'EÇA, T. (1998). *Netaprendizagem: a internet na educação*. Porto: Porto Editora.
- DIAS, P. (2000). Hipertexto, hipermedia e media do conhecimento: representação distribuída e aprendizagens flexíveis e colaborativas na Web. *Revista Portuguesa de Educação, 13(1)*, pp. 141-167.
- DIAS, P., & MENESES, M. I. (1993). Problemática da Representação em Hipertexto. *Revista Portuguesa de Educação, 6 (3)*, pp. 83-91.
- DONOVAN, M. S., & BRANSFORD, J. D. (2005). *How Students Learn: History, Mathematics, and Science in the Classroom*. The National Academies Press, Disponível em http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=10126&page=1.
- ERICSSON, K. A., & KINTSCH, W. (1995). Long-term working memory. *Psychological Review, 102*, pp. 211-245.
- ERICSSON, K. A., & LEHMANN, A. C. (1996). Expert and exceptional performance: Evidence on maximal adaptations on task constraints. *Annual Review of Psychology, 47*, pp. 273-305.
- ERICSSON, K. A., & SIMON, H. A. (1980). Verbal reports as data. *Psychological Review, 87*, pp. 215-251.
- ERICSSON, K. A., & SIMON, H. A. (1984). *Protocol Analysis: verbal reports as data*. Cambridge, MA: Bradford Books/ MIT Press.
- ERICSSON, K. A., & SIMON, H. A. (1993). *Protocol Analysis: Verbal reports as data (Rev. ed.)*. Cambridge, MA: Bradford Books/ MIT Press.

- ERICSSON, K. A., & SIMON, H. A. (1998). How to Study Thinking in Everyday Life: Contrasting Think-Aloud Protocols With Descriptions and Explanations of Thinking. *Mind, Culture And Activity*, 5(3) , pp. 178-186.
- ESTEVEES, M. (2006). Análise de Conteúdo. In Lima, Pacheco, & Augusto, *Fazer Investigação: Contributos para a elaboração de dissertações e teses* (pp. 105-126). Porto: Porto Editora.
- FRISON, L. M. (2007). Auto-Regulação da Aprendizagem. *Ciência e Conhecimento - Revista Electrónica da Ulbra São Jerónimo*, vol.02 .
- GOBET, F., & SIMON, H. A. (1996). Templates in chess memory: A mechanism for recalling several boards. *Cognitive Psychology*, 31 , pp. 1-40.
- GREENE, J. A., & AZEVEDO, R. (2007). Adolescent's use of self-regulatory processes and their relation to qualitative mental model shifts while using hypermedia. *J. EDUCATIONAL COMPUTING RESEARCH*, Vol. 36(2) , pp. 125-148.
- HATFIELD, M. M., & BITTER, G. G. (1994). A Multimedia approach to the professional development of teachers: a virtual classroom. In D. B. Aichele, & A. F. Coxford, *Professional Development for Teacher of Mathematics* (pp. 102-115). Reston: National Council of Theachers of Mathematics.
- JONASSEN, D. H. (1989). *Hypertext/Hypermedia* . Englewood Cliffs, New Jersey: Educational Technology.
- JONASSEN, D. (2007). *Computadores, Ferramentas Cognitivas - Desenvolver o pensamento crítico nas escolas*. Porto: Porto Editora.
- MERCADO, L. P. (2002). A Internet como ambiente auxiliar do professor no processo ensino-aprendizagem . *Actas di IE2002, L6 Congresso Ibero-americano, 4V Simpósio Internacional de Informática no Ensino, 7, Taller Internacional de Software Educativo (CD-ROM)* . Vigo: Servicio de Publicacións da Universidade de Vigo .
- MERRIAM, S. (1998). *Qualitative Research and Case Study Applications in Education. (Revised edition of case study research in education. 1st ed. 1998)*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (M.E.) (2007a). *Plano Tecnológico da Educação*. Retrieved Dezembro 12, 2008, from http://www.escola.gov.pt/docs/pte_RCM_n137_2007_DRn180_20070918.pdf
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (M.E.) (2007b). *Programa de Matemática do Ensino Básico*. Retrieved Junho 21, 2010, from Direção Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular: <http://www.dgdc.min-edu.pt/matematica/Documents/ProgramaMatematica.pdf>

- MIRANDA, L., MORAIS, C., DIAS, P., & ALMEIDA, C. (2001). Ambientes de Aprendizagem na Web: uma experiência com fóruns de discussão . In P. Dias e V. de Freitas (org.), *Actas do CHALLENGES 2001, 2ª Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação* (pp. 433-444). Braga: Centro de Competências Nónio séc. XXI da Universidade do Minho.
- MODERNO, A. (1992). *A Comunicação Audiovisual no Processo Didáctico*. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- MOOS, D. C., & AZEVEDO, R. (2007). Monitoring, planning, and self-efficacy during learning with hypermedia: The impact of conceptual scaffolds. *Science Direct* .
- NEWELL, A., & SIMON, H. A. (1972). *Human Problem Solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall Inc.
- PARIS, S. G., & BYRNES, J. P. (1989). The constructivist approach to self-regulation and learning in the classroom . In B. J. Zimmerman, & D. H. Schunk, *Self-Regulated Learning and Academic Achievement: Theory, Research and Practice* (pp. 169-1200). New York: Springer-Verlag.
- PARUNAK, H. (1989). Hypermedia Topologies and User Navigation. *Hypertext '89 Proceedings*. New York: ACM Press , pp. 43-50.
- PEA, R. D. (2004). The social and technological dimensions of scaffolding and related theoretical concepts for learning, education, and human activity . *Journal of the Learning Sciences*, 13 , pp. 423-451.
- PINTRICH, P. (2000). The role of goal orientation in self-regulated learning. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner, *Handbook of self-regulation* (pp. 451-502). San Diego, CA: Academic Press.
- PINTRICH, P. (2004). A conceptual framework for Assessing motivation and self-regulated learning in college students. *Educational Psychology Review*, 16 (4) , pp. 385-407.
- QUIVY, R., & CAMPENHOUDT, L. (1998). *Manual de Investigação em Ciências Sociais*. Lisboa: Gradiva Publicações.
- RAMOS, J. L. (2007). Reflexões sobre a Utilização Educativa dos Computadores e da Internet na Escola. In F. A. COSTA, H. PERALTA, & S. VISEU, *As TIC na Educação em Portugal* (pp. 143-169). Porto: Porto Editora.
- ROSÁRIO, P. S. (2004). *(Des)venturas do Testas - Estudar o Estudar*. Porto: Porto Editora.
- ROSÁRIO, P. S., NÚÑEZ, J. C., & GONZÁLEZ-PIENDA, J. (2007). *Auto-Regulação em Crianças Sub-10: Projecto Sarilhos do Amarelo*. Retrieved Dezembro 2009, from Grupo Universitário de Investigação em Auto-Regulação: http://www.guia-psiedu.com/publicacoes/documentos/cpgl_sa_96999_10n.pdf

- ROSÁRIO, P., MOURÃO, R., SALGADO, A., RODRIUES, Â., MARQUES, C. S., AMORIM, L., et al. (2006). Trabalhar e Estudar Sob a Lente dos Processos e Estratégias de Auto-Regulação da Aprendizagem. *Psicologia Educação e Cultura*, vol. X, n°1, pp. 77-88.
- ROSÁRIO, P., VEIGA SIMÃO, A. M., CHALETA, E., & GRÁCIO, L. (2008). Auto-regular o aprender na sala de aula. In M. Helena, & M. B. Abrahão, *Professores e alunos: Aprendizagens significativas em comunidades de prática educativa* (pp. 115-132). EdIPUCRS.
- SCHUNK, D. H. (1989). Social cognitive theory and self-regulated learning. In B. J. Zimmerman, & D. H. Schunk, *Self-regulated Learning and Academic Achievement: Theory, Research, and Practice* (pp. 83-110). New York: Springer-Verlag.
- SCHUNK, D. H. (1990). Goal setting and self-efficacy during self-regulated learning. *Educational Psychologist*, 25 (1), pp. 71-86.
- SCHUNK, D. H., & ZIMMERMAN, B. J. (2008). *Motivation and Self-Regulated Learning: Theory, Research and Applications*. Lawrence Erlbaum Associates.
- SHAPIRO, A. M. (1999). The relationship between prior knowledge and interactive overviews during hypermedia-aided learning. *Journal of Educational Computing Research*, 20(2), pp. 143-167.
- SHAPIRO, A. M. (2000). The effect of interactive overviews on the development of conceptual structure in novices learning from hypermedia. *Journal of Educational Multimedia & Hypermedia*, 9, pp. 57-78.
- SHAPIRO, A. M. (2005). Site map principle. In R. Mayer, *Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 313-324). London, UK: Cambridge University Press.
- SHIRK, H. N. (1992). Cognitive Architecture in Hypermedia Instruction. In E. Barret, *Sociomedia: multimedia, hypermedia, and the social construction of knowledge* (pp. 79-93). Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- SHNEIDERMAN, B. (1992). *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- SILVA, R., & SILVA, A. V. (2005). *Educação, Aprendizagem e Tecnologia: um paradigma para professores do século XXI*. Lisboa: Edições Sílabo.
- SOMEREN, M. W., BARNARD, Y. F., & SANDBERG, J. A. (1994). *A practical guide to modelling cognitive processes*. London: Academic Press, disponível em <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.98.7738&rep=rep1&type=pdf>.
- SOUSA, P. M. (2006). Retrieved Abril 20, 2009, from www.psicologia.com.pt - O portal dos psicólogos: <http://www.psicologia.com.pt/artigos/textos/A0295.pdf>

- SPIRO, R. (2007). *Cognitive Flexibility Theory*. Retrieved Julho 11, 2009, from University of South Alabama - Online learning laboratory:
http://www.southalabama.edu/oll/mobile/theory_workbook/cognitive_flexibility_theory.htm
- TAVARES, J., BESSA, J., ALMEIDA, L. S., MEDEIROS, M. T., PEIXOTO, E., & FERREIRA, J. A. (2003). *Atitudes e estratégias de aprendizagem em estudantes do Ensino Superior: Estudo na Universidade dos Açores*. Retrieved Abril 20, 2009, from
<http://www.scielo.oces.mctes.pt/pdf/aps/v21n4/v21n4a06.pdf>
- VEIGA SIMÃO, A. M. (2005). À Título de Introdução, Conhecimento Estratégico: Uma Exigência na Educação do Séc. XXI, As Estratégias de Aprendizagem na Sociedade do Conhecimento. In M. T. Morettini, *Psicologia e os Desafios da Prática Educativa*. Campo Grande: Editora UFMS.
- VYGOTSKY, L. S. (1962). *Thought and Language*. Cambridge, MA: MIT Press.
- WINNE, P. H. (2001). Self-regulated learning viewed from models of information processing . In B. J. Schunk, *Self-regulated learning and academic achievement : Theoretical perspectives* (pp. 153-189). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- WINNE, P. H., Nesbit, J. C., Kumar, V., Hadwin, A. F., Lajoie, S. P., Azevedo, R., et al. (2006). Supporting Self-Regulated Learning with gStudy Software: The Learning Kit Project. *Technology, Instruction, Cognition, and Learning Journal*, 3, pp. 105-113.
- WINTERS, F. I., GREENE, J. A., & COSTICH, C. M. (2008). Self-regulation of Learning within Computer-based Learning Environments: A Critical Analysis. *Educational Psychology Review* (20) , pp. 429-444.
- WITHERSPOON, A., AZEVEDO, R., & BAKER, S. (2007). Learners' Use of Various Types of Representations during Self-Regulated Learning and Externally-Regulated Learning Episodes. *Workshop on Metacognition and SRL, AIED 2007*. Marina Del Rey, California.
- WOOD, D., BRUNER, J., & ROSS, G. (1976). The role of tutoring in problem solving . *Journal of Child Psychology & Allied Disciplines* 17(2) , pp. 89-102.
- YIN, R. K. (2005). *Estudo de Caso: planejamento e métodos, 3ª ed*. Porto Alegre: Bookman.
- ZIMMERMAN, B. J. (1989). A social cognitive view of self-regulated academic learning. *Journal of Educational Psychologist*, 81 (3) , pp. 329-339.
- ZIMMERMAN, B. J. (2000). Attaining self-regulation: A social-cognitive perspective . In M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeider, *Handbook of self-regulation* (pp. 13-41). San Diego: Academic Press.
- ZIMMERMAN, B. J., & KISANTAS, A. (1997). Development phases in self-regulation: Shifting from process to outcome goals . *Journal of Educational Psychologist*, 89 (1) , pp. 29-36.

ZIMMERMAN, B. J., & RISEMBERG, R. (1997). Self-regulatory dimensions of academic learning and motivation. In G. D. Phye, *Handbook of academic learning*. San Diego: Academic Press.

ANEXOS

Anexo I – Autorização dos Encarregados de Educação

Guimarães, 27 de Janeiro de 2010

Caro Encarregado de Educação:

Venho, por este meio, solicitar a sua autorização para que o seu educando participe numa investigação da responsabilidade da Universidade do Minho envolvendo o desenvolvimento de uma aplicação hipermédia inovadora sobre a disciplina de Matemática e na qual se insere o meu Projecto de Investigação de Mestrado.

O estudo, com a duração aproximada de 35 minutos, envolverá uma sessão de treino com a aplicação hipermédia e a gravação áudio da resolução de problemas com alunos seleccionados aleatoriamente. Na gravação serão omissos os nomes dos alunos, garantindo a confidencialidade. Os dados serão utilizados apenas nesta investigação.

Com os melhores cumprimentos,

O professor de Ciências da Natureza,

António Diogo Machado

Eu, _____ encarregado de
educação do aluno _____,
n.º ____ da turma D do sexto ano, autorizo/não autorizo (riscar o que não interessa) a participar
no estudo sobre a resolução de problemas.

Guimarães, ____ de _____ de 2010

Anexo II – Pré-Teste

Resolve o seguinte problema. Por favor, não te esqueças de dizer em voz alta tudo o que estás a pensar.

Três amigos encontram-se na margem de um rio e pretendem atravessar para a outra margem. O barco que possuem tem uma capacidade máxima de 130 quilos. Os três amigos pesam 50, 75 e 90 quilos. Quantas viagens têm de realizar entre ambas as margens, de modo a atravessarem o rio sem afundar o barco?

Não te esqueças que o barco não pode voltar sozinho para a outra margem.

Anexo III – Pós-Teste

Resolve o seguinte problema. Por favor, não te esqueças de dizer em voz alta tudo o que estás a pensar.

O Tibúrcio e o Anacleto eram amigos e estavam a lanchar, cada um tinha o seu pacote de bolachas de chocolate de marcas diferentes. O pacote de bolachas do Tibúrcio tinha o dobro das bolachas. O Anacleto disse ao amigo:

- O teu pacote tem mais bolachas. Se me deres uma das tuas bolachas de chocolate, ficamos os dois com o mesmo número de bolachas.

O Tibúrcio respondeu-lhe:

- Sim, é verdade, mas tu já comeste as tuas bolachas e não te sobra nenhuma.

Quantas bolachas tem o Tibúrcio no seu pacote?

Anexo IV – Transcrição das verbalizações de um aluno

SUJEITO 3

Pré-teste

(Leitura do problema)... portanto, vamos fazer um quadro do rio e temos aqui o barco que tem de atravessar para a outra margem. Primeiro vamos meter a ir o de 75 e do outro lado tem de voltar para ir buscar outro e vai traz o de 50. Depois vem o de 50 e pega no de 90 mas como o barco vai ao fundo ele tem de meter mais um pedaço no barco e já pode atravessar... (o investigador pergunta quantas viagens têm de realizar)... (o sujeito responde)... 5

Pós-teste

(Leitura do problema)... então... temos de meter assim... o Tibúrcio hum... tinha... já tinha comido todas as bolachas e queria que o Anacleto lhe desse uma (sujeito escreve) ... hum... portanto... hum... aqui diz, se me deres uma das tuas bolachas de chocolate ficamos os dois com o mesmo número e... como o Tibúrcio lhe respondeu... sim é verdade mas tu já comeste as tuas bolachas e não te sobra nenhuma por isso, a mim leva-me a pensar que o Tibúrcio tinha duas bolachas e ... se desse uma ao Anacleto ficavam os dois com uma para cada um, portanto a resposta era, o Tibúrcio tinha duas bolachas no seu pacote.

Anexo V – Tabela de frequências dos processos identificados nas verbalizações
de um aluno

Sujeito 3

Variável	Unidade de registo
1. Pré-teste	
Representação	- “vamos fazer um quadro do rio”
Tentativa e erro	- “Primeiro vamos meter a ir o de 75 e do outro lado tem de voltar para ir buscar outro e vai traz o de 50. Depois vem o de 50 e pega no de 90 mas como o barco vai ao fundo ele tem de meter mais um pedaço no barco e já pode atravessar”
2. Pós-teste	
Reconto do problema	- “... o Tibúrcio hum... tinha... já tinha comido todas as bolachas e queria que o Anacleto lhe desse uma”
Inferências correctas	- “...leva-me a pensar que o Tibúrcio tinha duas bolachas”
Releitura do problema	- “... aqui diz, se me deres uma das tuas bolachas de chocolate ficamos os dois com o mesmo número” - “o Tibúrcio respondeu-lhe, Sim é verdade mas tu já comeste as tuas”
