

# Reacções dos alunos ao estudo do módulo de arquitectura de computadores através de um hiperdocumento

Marques C.G.C.<sup>1</sup>, Carvalho A.A.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Politécnico de Tomar, Tomar, Portugal

<sup>2</sup>Universidade do Minho, Braga, Portugal

O hiperdocumento “Arquitectura de Computadores” surgiu da procura de novos meios didácticos que facilitassem a aprendizagem e aumentassem a motivação dos alunos no domínio da arquitectura de computadores.

Este hiperdocumento é constituído por um nível de iniciação onde são apresentados os conteúdos do módulo de arquitectura de computadores e por um nível avançado estruturado segundo os princípios da Teoria da Flexibilidade Cognitiva.

Através de um estudo realizado no presente ano lectivo pretendeu-se obter as reacções dos alunos ao hiperdocumento e comparar os resultados de duas turmas que usufruíam do nível inicial do hiperdocumento, mas no nível avançado uma turma acedia à estrutura proposta pela Teoria da Flexibilidade Cognitiva e outra turma acedia a exercícios semelhantes aos praticados nas aulas.

Os resultados apontam para a grande satisfação dos sujeitos relativamente a este novo meio de estudo, verificando-se ainda a existência de diferenças estatisticamente significativas entre os sujeitos que estudaram pelo hiperdocumento onde foi operacionalizada a Teoria da Flexibilidade Cognitiva e o hiperdocumento com exercícios semelhantes aos praticados nas aulas.

## 1. Introdução

Numa sociedade em constante mutação é fundamental que os professores procurem e utilizem novos modelos, estratégias e práticas didácticas na tentativa de facilitar a aprendizagem e aumentar a motivação dos alunos, procurando assim um melhor rendimento escolar e uma maior aproximação da escola à sociedade.

Dentro desta perspectiva surgiu o hiperdocumento “Arquitectura de Computadores”. Através dele pretendeu-se melhorar os resultados de aprendizagem, aumentar a capacidade de aplicação dos conhecimentos, aumentar a capacidade de transferência do conhecimento para novas situações e criar uma maior motivação nos alunos relativamente ao módulo de arquitectura de computadores.

Este módulo faz parte de disciplinas das licenciaturas em Auditoria e Fiscalidade, Gestão de Comércio e Serviços e Gestão Turística e Cultural da Escola Superior de Gestão do Instituto Politécnico de Tomar e implica uma aquisição de conhecimentos de nível avançado, constituindo um domínio relativamente complexo e pouco-estruturado.

Os seus objectivos são proceder à descrição dos sistemas físicos de computação e suas tecnologias fundamentais; à descrição dos componentes, o seu funcionamento, características e localização física na máquina; promover a compreensão dos termos mais importantes associados à arquitectura de computadores; dotar os alunos com a capacidade de comparação e escolha de componentes e sistemas tecnológicos; bem como capacitar os alunos para resolverem os principais problemas de *hardware*.

Até agora, os sujeitos evidenciavam algumas limitações na aplicação dos conhecimentos, sobretudo na sua transferência para novas situações e através de uma sondagem sobre o material de apoio à disciplina - livros, artigos, páginas Web e resumos das aulas - pudemos concluir que nenhum destes meios satisfazia eficazmente as suas necessidades [1].

## **2. O Hiperdocumento “Arquitectura de Computadores”**

O hiperdocumento “Arquitectura de computadores” foi concebido com a ajuda de vários programas de autor, nomeadamente, o *Macromedia Dreamweaver*, o *Macromedia Flash* e o *Microsoft Frontpage*.

No seu desenvolvimento tivemos em conta a versão simplificada do modelo em cascata do processo de desenvolvimento de software [2] e o ciclo de engenharia de usabilidade [3].

No que respeita às teorias da aprendizagem, recorremos a uma abordagem construtivista e à implementação dos princípios da Teoria da Flexibilidade Cognitiva.

Antes do hiperdocumento ter sido utilizado em contexto educativo procedemos à avaliação da sua usabilidade, verificando se ele era fácil de utilizar, eficiente, fácil de lembrar e se a sua interface era agradável.

De seguida, passamos a descrever a estrutura do hiperdocumento, o modo como foi aplicada a Teoria da Flexibilidade Cognitiva e a forma como o hiperdocumento foi avaliado.

### **2.1 Descrição do Hiperdocumento: Nível de Iniciação e Nível Avançado**

O hiperdocumento “Arquitectura de Computadores” é constituído por dois níveis: o nível de iniciação e o nível avançado.

No nível de iniciação são apresentados os conteúdos do módulo de arquitectura de computadores organizados por nove secções: “Introdução”, “Placa Mãe”, “Barramentos”, “Interfaces”, “UCP”, “Memória”, “Placas de Expansão”, “Dispositivos de E/S” e “Caixa”.

No nível avançado o utilizador depara com situações complexas que são analisadas segundo determinadas perspectivas ou temas (relacionados com a arquitectura de computadores), facultando uma compreensão mais profunda dos conteúdos.

No primeiro nível recorremos a uma abordagem construtivista. O sujeito participa activamente na construção do seu saber, usufruindo de uma estrutura em rede para as nove secções referidas anteriormente. No segundo nível, que se coaduna com os dois últimos objectivos do módulo, procedemos à operacionalização da Teoria da Flexibilidade Cognitiva com vista a promover o desenvolvimento da flexibilidade cognitiva dos sujeitos, imprescindível na transferência de conhecimentos para novas situações.

### **2.2 A Teoria da Flexibilidade Cognitiva e a sua Aplicação no Nível Avançado**

A Teoria da Flexibilidade Cognitiva é uma teoria construtivista de ensino e aprendizagem, desenvolvida por Rand Spiro e seus colaboradores, que visa a aquisição de conhecimentos de nível avançado em domínios complexos e pouco-estruturados (*complex and ill-structured domains*), bem como a sua transferência para novas situações [4] [5].

Esta teoria surgiu como tentativa de ultrapassar a dificuldade que os alunos de medicina apresentavam em transferir o conhecimento para novas situações [6] e é inspirada na obra *Investigações Filosóficas* de Ludwig Wittgenstein e na obra pós-estruturalista *S/Z* de Roland Barthes [7].

A Teoria da Flexibilidade Cognitiva baseia-se no estudo de situações concretas, os casos [7], e pode ser aplicada a qualquer domínio, tendo já sido utilizada em áreas tão díspares como medicina, estratégia militar, história, biologia, linguística e interpretação literária [8].

A sua implementação em hiperdocumentos facilita o acesso a múltiplas abordagens ao conhecimento, uma vez que a informação pode ser explorada através de diferentes percursos e de diferentes perspectivas conceptuais, facultando uma melhor compreensão da situação em análise e a transferência do conhecimento para novas situações. Por outro lado, os seus princípios evitam que o utilizador se perca ou se sinta desorientado no hiperdocumento [7], uma vez que mantêm a informação apresentada sempre dentro dos limites de uma única ligação, criando desta forma uma zona próxima de movimentação cognitiva [9].

A operacionalização desta teoria é uma tarefa difícil, já que são vários os requisitos que têm de ser cumpridos. Começamos por definir os *casos* e os *temas* considerados pertinentes para a abordagem do módulo de arquitectura de computadores. Concebemos três casos: compra de computador pessoal; actualização de equipamento informático e problemas do dia-a-dia. Cada *caso* foi decomposto em elementos mais pequenos, designados de *mini-casos*, permitindo uma melhor abordagem da sua complexidade e cada *mini-caso* foi analisado (ou desconstruído) segundo os diferentes *temas* que se lhe aplicam, através dos respectivos *comentários temáticos*. Os *temas* correspondiam às secções do nível de iniciação.

De seguida definimos as *travessias temáticas*, travessias baseadas num *tema* ou na combinação de *temas*, que levam o utilizador por *mini-casos* de diferentes *casos* onde esse *tema* ou *temas* se aplicam e ao respectivo *comentário temático* ou *comentários temáticos*. Finalmente, procedemos à implementação da *pesquisa temática* (pesquisa combinando *casos* e *temas*), da *matriz temática*, das *referências* e da *ajuda*.

### 2.3 Avaliação da Usabilidade

Para avaliar o hiperdocumento “Arquitectura de Computadores” recorremos a especialistas em interacção pessoa-sistemas hipermédia e a um grupo de utilizadores [1] [10]. Através da avaliação com especialistas pretendeu-se “limpar” a interface de alguns problemas de usabilidade antes desta ser testada pelo grupo de utilizadores. Através dos testes com utilizadores procurámos detectar dificuldades de navegação e obter as reacções dos mesmos ao documento. Estas duas avaliações são complementares, permitindo encontrar problemas de usabilidade bastante distintos [3].

Com base nos testes de usabilidade realizados pudemos constatar a grande satisfação dos sujeitos relativamente a este novo meio de estudo e o reconhecimento da importância dos elementos fundamentais da Teoria da Flexibilidade Cognitiva [10].

Segundo os sujeitos, o hiperdocumento está bem estruturado, embora o nível avançado não seja tão simples como o nível de iniciação, a navegação é rápida, as cores são agradáveis, os tipos de letra são legíveis, os ícones são sugestivos, as animações são aprazíveis, os conteúdos são completos, a linguagem é acessível, o motor de pesquisa, o índice, a ajuda e as imagens são úteis e o aspecto global da interface é agradável.

### 3. O Estudo

O estudo realizado teve como objectivo atentar nas reacções dos sujeitos ao estudo do módulo de Arquitectura de Computadores através de um hiperdocumento, bem como comparar os resultados de duas turmas que usufruíam do nível inicial do hiperdocumento, mas no nível avançado uma turma (TFC) acedia à estrutura proposta pela Teoria da Flexibilidade Cognitiva e outra turma (SDT) acedia a exercícios semelhantes aos praticados nas aulas, mas sem desconstrução e travessias.

Começamos por caracterizar a amostra atendendo ao sexo, idade, literacia informática e atitudes em relação às dimensões “gosto” e “à vontade” face à utilização de computadores. Segue-se a descrição do estudo e a indicação dos instrumentos utilizados. Finalmente são apresentados os resultados do estudo.

#### 3.1 Caracterização da Amostra

A amostra deste estudo foi constituída por 82 alunos provenientes de três cursos, Auditoria e Fiscalidade, Gestão de Comércio e Serviços e Gestão Turística e Cultural, do 1º ano, que frequentavam as disciplinas de Tecnologias de Informação e Comunicação I, Tecnologias de Informação e de Informática.

Inicialmente, os alunos voluntários eram 92, dos quais 46 pertenciam à turma TFC e 46 pertenciam à turma SDT. Após o preenchimento do questionário de identificação verificou-se a desistência de 8 alunos na turma TFC e 1 aluno na turma SDT. Um aluno da turma TFC indicou que não o tinha explorado pelo que foi retirado do estudo.

Os voluntários deste estudo são maioritariamente femininos nas duas turmas: 67,6% na turma TFC e 66,7% na turma SDT.

No que respeita à idade, constatámos que a moda se situa na faixa etária dos 19 anos nas duas turmas. A idade mínima situa-se nos 17 anos em ambas as turmas, a idade máxima é 45 anos na turma TFC e 52 anos na turma SDT e a média é aproximadamente de 22 anos em ambas as turmas.

Todos os alunos começaram a utilizar o computador antes de ingressarem no ensino superior e todos utilizam a plataforma *Windows*, pelo que estarão familiarizados com o computador e com a plataforma onde vão trabalhar.

No que concerne à utilização da Internet, constatou-se que apenas um sujeito em cada turma não a utiliza. No que respeita aos CD-ROMs multimédia, a maioria dos sujeitos afirma consultá-los às vezes: 70,3% na turma TFC e 60,0% na turma SDT. Todavia, 10,8% na turma TFC e 20,0% na turma SDT afirmam nunca ter explorado nenhum.

Verificámos que mais de três quartos dos sujeitos em ambas as turmas gostam de trabalhar com computadores. Na turma TFC existem 18,4% de sujeitos que gostam muito de trabalhar com computadores e na turma SDT existem 20,0%. Apenas 1 sujeito na turma TFC e dois sujeitos na turma SDT referem não gostar de trabalhar com computadores.

No que se refere ao à vontade a trabalhar com computadores, apenas 7,9% dos sujeitos na turma TFC e 8,9% na turma SDT afirmam sentirem-se muito à vontade. Na turma TFC existem 44,7% que se sentem à vontade e na turma SDT existem 57,8%. Todavia, existem 47,4% na turma TFC e 33,3% na turma SDT que se sentem pouco à vontade.

Em síntese, constata-se que as duas turmas se revelam semelhantes não só no que se refere ao sexo e à idade mas também no que respeita aos conhecimentos informáticos.

Apenas no acesso à Internet se verificaram umas ligeiras diferenças que julgamos não ser relevantes para a exploração a fazer no hiperdocumento.

### 3.2 Descrição do Estudo

Este estudo de tipo *quasi-experimental* decorreu entre Outubro e Dezembro de 2003 e os dados foram recolhidos através de questionários e testes de conhecimento de acordo com a tabela 1.

Aula	Turma TFC	Turma SDT
1. <sup>a</sup> aula	Questionário de Identificação	Questionário de Identificação
	Pré-Teste	Pré-Teste
2. <sup>a</sup> , 3. <sup>a</sup> , 4. <sup>a</sup> e 5. <sup>a</sup> aulas	Hiperdocumento: Nível de Iniciação	Hiperdocumento Nível de Iniciação
	Hiperdocumento: Nível Avançado (estruturado de acordo com os princípios da Teoria da Flexibilidade Cognitiva)	Hiperdocumento: Nível Avançado (exercícios)
6. <sup>a</sup> aula	Pós-Teste	Pós-Teste
	Questionário de Opinião sobre o Hiperdocumento	Questionário de Opinião sobre do Hiperdocumento
	Questionário de Opinião acerca do Nível Avançado	
7. <sup>a</sup> aula	Questionário de Opinião acerca do Nível Avançado da Turma SDT	Questionário de Opinião acerca do Nível Avançado da Turma TFC

**Tabela 1.** Estrutura do estudo nas turmas TFC e SDT.

Na primeira aula do módulo de arquitectura de computadores, os sujeitos começaram por preencher o questionário de identificação. Neste questionário atribuímos um número de identificação ao sujeito que passou a ser usado em todos os testes e questionários. Seguiu-se a realização do pré-teste que designámos de teste diagnóstico.

Na aula seguinte foi-lhes entregue um CD-ROM com o hiperdocumento e explicado o seu funcionamento. No nível avançado a turma TFC acedia à estrutura proposta pela Teoria da Flexibilidade Cognitiva e a turma SDT acedia a exercícios semelhantes aos praticados nas aulas. Aos sujeitos foi-lhes também referido que só deviam passar para o nível avançado depois de explorarem o nível de iniciação.

Quatro semanas depois realizou-se o pós-teste que designámos de ficha de avaliação contínua. Nesse mesmo dia foi também preenchido um questionário de opinião sobre o nível de iniciação do hiperdocumento (turmas TFC e SDT) e um questionário de opinião sobre o nível avançado do hiperdocumento (turma TFC).

Na aula seguinte, as turmas foram convidadas a trocar os hiperdocumentos para que pudessem opinar acerca dos dois níveis avançados. Procedeu-se a uma breve explicação do seu funcionamento e deixou-se que eles o explorassem livremente. Finalmente os sujeitos preencheram um questionário para analisar que nível avançado era o de sua preferência. Contudo, esta análise não irá ser focada neste texto.

As primeiras reacções dos sujeitos ao hiperdocumento deixaram-nos bastante satisfeitos. Verificámos um grande entusiasmo que se reflectiu nas aulas de arquitectura de computadores, tornando-as mais agradáveis e mais participativas.

De referir que houve vários alunos que embora não tenham participado no estudo, vieram posteriormente solicitar um CD-ROM com o hiperdocumento.

### **3.3 Os Instrumentos**

Como verificámos no ponto anterior, os instrumentos utilizados foram o *Questionário de Identificação* para caracterizar os sujeitos no que concerne ao sexo, idade, literacia informática e atitudes em relação às dimensões “gosto” e “à vontade” face à utilização de computadores; o *Pré-Teste* para medir os conhecimentos dos sujeitos à partida e o *Pós-Teste* no final do estudo. Depois do *Pós-Teste* os sujeitos preencheram um *Questionário de Opinião sobre o Hiperdocumento* para caracterizar a sua atitude face ao nível de iniciação do hiperdocumento e à aprendizagem obtida. Os sujeitos da turma TFC preencheram ainda um *Questionário de Opinião acerca do Nível Avançado* do hiperdocumento de forma a podermos caracterizar a sua atitude face aos princípios da Teoria da Flexibilidade Cognitiva.

Por fim, a turma TFC preencheu um *Questionário de Opinião acerca do Nível Avançado do Hiperdocumento da Turma SDT* após uma breve exploração do mesmo e a turma SDT preencheu um *Questionário de Opinião acerca do Nível Avançado do Hiperdocumento da Turma TFC* após o ter explorado. Pretendeu-se saber qual o nível avançado que os sujeitos consideram que melhor os prepara para resolver situações problemáticas e qual é aquele que preferem.

### **3.4 Resultados Obtidos**

Passamos agora a abordar os resultados obtidos nos testes de conhecimentos apresentando a média, desvio padrão e o teste estatístico T-test, sendo o nível de significância estatística adoptado  $\alpha=.05$ , bem como as reacções dos sujeitos ao hiperdocumento.

#### **3.4.1 Resultados Obtidos nos Testes de Conhecimentos**

Nos resultados obtidos no pré-teste, os grupos revelaram-se equivalentes nos conhecimentos, não apresentando diferenças estatisticamente significativas ( $p=.096$ ). Consta-se também a existência de um desvio padrão ligeiramente superior nos resultados da turma SDT (tabela 2).

Teste	Estatística	Turma TFC (n=37)	Turma SDT (n=45)
Pré-Teste	Média	4,05	4,80
	Desvio Padrão	1,727	2,191
	Significância Estatística	p=.096	
Pós-Teste	Média	12,24	10,13
	Desvio Padrão	3,524	3,006
	Significância Estatística	p=.0044	

**Tabela 2.** Resultados obtidos nas duas turmas no pré-teste e no pós-teste.

Depois da exploração dos hiperdocumentos, verifica-se que os dois grupos melhoraram os seus resultados, sendo a média da turma TFC superior à da turma SDT. O desvio padrão também é ligeiramente superior na Turma TFC o que revela uma maior dispersão nos resultados. Verifica-se a existência de diferenças estatisticamente significativas ( $p=.004$ ) no pós-teste, entre as duas turmas. Os resultados obtidos apontam para a importância na aprendizagem do hiperdocumento que utilizou os princípios da Teoria da Flexibilidade Cognitiva, no nível avançado.

### 3.4.2 Opinião sobre o Hiperdocumento: Nível de Iniciação

Através do *Questionário de Opinião sobre o Hiperdocumento* analisámos a atitude dos sujeitos face ao nível de iniciação do hiperdocumento e à aprendizagem tida.

Verificámos que 64,9% dos sujeitos da turma TFC e 73,3% dos sujeitos da turma SDT também consultaram outros materiais. O elemento mais consultado foi as apresentações das aulas teóricas (62,5% na turma TFC e 60,6% na turma SDT). De seguida aparecem os livros (8,0% na turma TFC e 12,1% na turma SDT) e os apontamentos das aulas (8,0% na turma TFC e 12,1% na turma SDT).

Quando interrogados acerca da facilidade em aprender a trabalhar com o hiperdocumento, 70,3% dos sujeitos da turma TFC e 57,8% da turma SDT referem que é fácil, 21,6% da turma TFC e 35,6% da turma SDT referem que é muito fácil e apenas 8,1% na turma TFC e 6,7% na turma SDT referem que nem é muito difícil, nem muito fácil. As razões referidas pelos sujeitos que consideram a aprendizagem fácil e muito fácil prendem-se com o facto do hiperdocumento ser muito intuitivo e da informação estar bastante bem organizada ou estruturada.

Segundo 59,5% dos sujeitos da turma TFC e 60,0% da turma SDT a estrutura do hiperdocumento facilita a compreensão dos conteúdos. Os restantes acham mesmo que ela facilita bastante. Como principal justificação referem o facto dos conteúdos estarem bem organizados sendo fáceis de encontrar.

Mais de metade dos sujeitos (51,4% na turma TFC e 62,2% na turma SDT) concordam que este hiperdocumento facilitou a sua aprendizagem sobre a arquitectura de computadores. Os restantes vão mais longe e referem que concordam totalmente. As principais razões apresentadas prendem-se com o facto de neste meio ser muito mais fácil encontrar a informação, devido ao seu conteúdo multimédia e por este ser bastante mais agradável e divertido.

Quase todos os sujeitos gostaram da interface do hiperdocumento, apenas 16,2% dos sujeitos na turma TFC e 4,4% na turma SDT se mostraram indiferentes. Os que gostaram

apresentam como principal razão o facto desta ser bastante agradável e cativante. Entre as respostas apresentadas, destacamos as seguintes:

- ❑ “Este hiperdocumento é uma prova de bom gosto, muito trabalho e organização. Permite o fácil acesso aos conteúdos e é agradável de consultar” (105);
- ❑ “É bastante agradável e facilita a compreensão e a acessibilidade” (106);
- ❑ “Não se torna cansativa, nem agressiva, pelo contrário, é agradável e bastante funcional” (115);
- ❑ “É agradável, apelativa e de fácil navegabilidade” (214).

Houve 73,0% de sujeitos na turma TFC e 82,2% na turma SDT que consultaram a ajuda. A maioria fê-lo por curiosidade. O índice foi consultado por 70,3% de sujeitos da turma TFC e por 77,8% da turma SDT. Grande parte dos sujeitos da turma TFC fê-lo por ter uma dúvida (60,9%), enquanto a maioria dos sujeitos da turma SDT fê-lo por curiosidade (65,7%). Por fim, a opção pesquisar foi consultada por 83,8% de sujeitos da turma TFC e por 97,8% da turma SDT. A maioria dos sujeitos fê-lo por ter uma dúvida.

Verificámos também que os sujeitos da turma TFC estudaram em média 17,5 horas pelo hiperdocumento e os sujeitos da turma SDT 15,6 horas. Em ambas as turmas a moda é de 13 horas e o número máximo de horas é 38. O número mínimo de horas é 11 na turma TFC e 9 na turma SDT.

Inquiridos sobre a sua preferência relativamente a aprender através do hiperdocumento ou do livro, os sujeitos referem vincadamente o hiperdocumento e simultaneamente livro e hiperdocumento. Na turma TFC, 59,9% dos sujeitos preferem às vezes o livro outras vezes o hiperdocumento, 35,1% preferem o hiperdocumento e só 5,4% preferem o livro. Na turma SDT, 66,7% preferem às vezes o livro outras vezes o hiperdocumento, 26,7% preferem o hiperdocumento e apenas 6,7% preferem o livro. As razões mais apontadas por aqueles que escolheram ambos são o facto de se complementarem, do hiperdocumento ser mais agradável, mas de o livro ser necessário quando não há computador e do hiperdocumento ser mais cómodo e motivador, mas de ainda existir o hábito de estudar por livros. Os que escolheram o hiperdocumento referem como principais razões o facto dele ser mais fácil de usar e trabalhar, de ser mais motivador, divertido e agradável e de facilitar a compreensão da matéria. Os sujeitos que escolheram o livro apontam como razões a facilidade de transporte e de poder ser sublinhado, a falta de computador para estudar e o hábito de estudar pelo livro.

Apenas um sujeito da turma SDT não gostava de ver outras matérias disponibilizadas através de hiperdocumentos por não ter computador para estudar. Todos os outros gostariam que isso acontecesse já que entre outras razões o hiperdocumento facilita o estudo/compreensão da matéria e é um meio mais motivador, divertido, interessante, agradável, incentivador e atractivo. Entre as respostas dadas, destacamos as seguintes:

- ❑ “Gostei muito desta experiência com o hiperdocumento. Foi fácil estudar por ele. Falo por mim e pelos colegas que ouvi. Regra geral penso que todos gostámos e aconselhamos a continuar (110);
- ❑ “Gostei desta experiência e achei muito interessante a maneira como está estruturado o CD. Aprendi sobre arquitectura de computadores, mas é a única matéria que está no hiperdocumento. Como tal, acho que o resto do programa da disciplina deveria estar presente neste meio” (120);
- ❑ “Porque é uma forma diferente e fácil de aprender. Se pretendermos encontrar um tema específico não temos de perder muito tempo para o procurar” (125);
- ❑ “Acho que é uma forma de transmissão de conhecimentos mais fácil, mais divertida e que nos incentiva mais, visto que não vamos estar agarrados a um livro” (129).

### 3.4.3 Opinião sobre o Hiperdocumento: Nível Avançado

A partir do *Questionário de Opinião acerca do Nível Avançado* analisámos a atitude dos sujeitos da turma TFC face ao nível avançado do hiperdocumento onde foram aplicados os princípios da Teoria da Flexibilidade Cognitiva.

Verificámos que 78,9% dos sujeitos orientou-se no nível avançado, 21,1% nem sempre o conseguiu e não houve ninguém que não se tivesse orientado.

Todos os sujeitos concordaram com o facto dos *comentários temáticos* constituírem uma mais valia na aprendizagem. Como justificações estes referem que eles perspectivam o *mini-caso* segundo vários *temas* (43,2%), permitem um conhecimento mais profundo de cada *tema* (29,7%), permitem uma melhor assimilação da matéria (13,5%), permitem um conhecimento mais profundo do *caso* (8,1%) e constituem uma forma mais interessante de apresentação da solução do problema (5,4%).

Verificámos que 57,9% dos sujeitos consideram as *travessias temáticas* imprescindíveis, 28,9% considera-as redundantes, embora permitam ver como um *tema* se aplica a situações tão variadas (*mini-casos*), 10,5% acha-as redundantes depois de ter explorado os *casos* e não houve nenhum sujeito que as considerasse desnecessárias na aprendizagem. Os sujeitos que consideram as *travessias temáticas* imprescindíveis na aprendizagem, referem que estas permitem compreender melhor como cada *tema* se aplica a determinada situação (63,6%), permitem um melhor conhecimento do *tema* (27,6%), a sua leitura é importante para cimentar melhor a aprendizagem (4,5%) e desenvolvem a flexibilidade de raciocínio do aluno (4,5%).

Finalmente, todos os sujeitos consideram que o nível avançado os prepara para resolver situações problemáticas, salientando o facto deste aumentar a flexibilidade de raciocínio para analisar os problemas (43,2%), permitir analisar os problemas de diferentes maneiras (37,8%), ajudar a compreender melhor as situações problemáticas (8,1%), utilizar situações verosímeis (8,1%) e favorecer uma compreensão mais profunda dos *temas* (2,7%).

## 4. Conclusão

Através deste estudo pretendeu-se analisar as reacções dos alunos ao hiperdocumento “Arquitectura de Computadores” e validar a Teoria da Flexibilidade Cognitiva neste domínio.

Foi com grande satisfação que verificámos a grande aceitação que este hiperdocumento teve nos nossos alunos. Segundo eles é relativamente simples aprender a trabalhar com o hiperdocumento “Arquitectura de Computadores”, a sua estrutura ajuda a compreender os conteúdos e a sua interface é agradável. Todos consideram que este meio facilitou a sua aprendizagem sobre a arquitectura de computadores. Apenas um sujeito não gostava de ver outros materiais disponibilizados através de um hiperdocumento por não ter computador para estudar.

Entre estudar pelo hiperdocumento ou pelo livro, os sujeitos preferem claramente o hiperdocumento. Todavia, a maioria dos sujeitos prefere estudar às vezes pelo livro outras vezes pelo hiperdocumento dado o hiperdocumento ser mais agradável, mas de o livro ser necessário quando não há computador.

No que concerne ao nível avançado estruturado segundo os princípios da Teoria da Flexibilidade Cognitiva verificou-se que os sujeitos da turma TFC facilmente se orientaram por ele e que são da opinião que este os prepara melhor para resolver situações

problemáticas. Todos os sujeitos consideram que os *comentários temáticos* constituem uma mais valia na aprendizagem e a maioria deles considera que as *travessias temáticas* são imprescindíveis na aprendizagem.

Outro resultado importante é a existência de diferenças estatisticamente significativas entre a turma que estudou pelo nível avançado estruturado segundo os princípios da Teoria da Flexibilidade Cognitiva e a turma que estudou pelo nível avançado com exercícios semelhantes aos praticados nas aulas. Estas turmas haviam-se revelado equivalentes nos conhecimentos demonstrados no pré-teste e muito semelhantes em termos de conhecimentos informáticos, gosto por computadores, à vontade a trabalhar com computadores, idade e sexo. Estas diferenças parecem ser reveladoras da importância da desconstrução e das *travessias temáticas* na aprendizagem no estudo da arquitectura de computadores.

Para além dos melhores resultados obtidos pela turma TFC, os sujeitos que a integram reconheceram a importância dos elementos fundamentais da Teoria da Flexibilidade Cognitiva.

## Referências

1. Marques, C.G.C.: Concepção e Desenvolvimento de um Sistema Hipermedia em Contexto Educativo. Aplicação da Teoria da Flexibilidade Cognitiva à Arquitectura de Computadores. Dissertação de Mestrado em Comunicação Educacional Multimédia. Universidade Aberta, Lisboa (2002).
2. Sommerville, I.: Software Engineering. 5th edn. Addison-Wesley, Harlow (1996).
3. Nielsen, J.: Usability Engineering. Academic Press, London (1993).
4. Spiro, R., Vispoel, W.P., Schmitz, J.G., Samarapungavan, A., Boerger, A.E.: Knowledge Acquisition for Application: Cognitive Flexibility and Transfer in Complex Content Domains. In B.C. Britton & S. M. Glynn (eds.), Executive Control in Processes in Reading. Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey (1987) 177-199.
5. Spiro, R., Feltovich, P., Jacobson, M., Coulson, R.: Cognitive Flexibility, Constructivism, and Hypertext: Random Access Instruction for Advanced Knowledge Acquisition in Ill-Structured Domains. Educational Technology, 31, 5, (1991) 24-33.
6. Feltovich, P., Spiro, R., Coulson, R.: The Nature of Conceptual Understanding in Biomedicine: The Deep Structure of Complex Ideas and the Development of Misconceptions. In D. Evans e V. Patel (eds.), The Cognitive Sciences in Medicine. MIT Press, Cambridge, Massachusetts (1989) 113-172.
7. Spiro, R., Jehng, J.: Cognitive Flexibility and Hypertext: Theory and Technology for the Nonlinear and Multidimensional Traversal of Complex Subject Matter. In D. Nix & R. Spiro (eds.), Cognition, Education and Multimedia: Exploring Ideas in High Technology. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale New Jersey (1990) 163-205.
8. Carvalho, A.A.A.: Os Hipermedia em Contexto Educativo. Aplicação e Validação da Teoria da Flexibilidade Cognitiva. Universidade do Minho, Instituto de Educação e Psicologia, Centro de Estudos em Educação e Psicologia, Braga (1999).
9. Moreira, A.: Desenvolvimento da Flexibilidade Cognitiva dos Futuros-Professores: Uma Experiência em Didáctica do Inglês. Dissertação de Doutoramento. Universidade de Aveiro, Aveiro (1996).
10. Marques, C.G.C., Carvalho, A.A.A., Guimarães, N.: O Módulo Arquitectura de Computadores Estruturado Segundo a Teoria da Flexibilidade Cognitiva: Opinião dos Alunos. In P. Dias & C. V. Freitas (Org.), Actas da III Conferência Internacional de Tecnologias da Informação e Comunicação na Educação, 5.º Simpósio Internacional em Informática Educativa, Challenges'2003. Centro de Competência Nónio Século XXI da Universidade do Minho, Braga (2003) 627-640.