

A representação do conhecimento segundo a Teoria da Flexibilidade Cognitiva

Ana Amélia Amorim Carvalho
Universidade do Minho, Portugal

Resumo

A representação do conhecimento baseada na Teoria da Flexibilidade Cognitiva é regida por uma série de princípios que são abordados neste texto. Esses princípios visam facilitar a aquisição de conhecimentos de nível avançado, em domínios complexos e pouco-estruturados, promovendo o desenvolvimento de flexibilidade cognitiva, imprescindível na transferência de conhecimento para novas situações.

Ao longo deste artigo são, ainda, referidos os pressupostos da teoria, as influências recebidas e os documentos concebidos. No final é apresentado um comentário à Teoria da Flexibilidade Cognitiva, que se fundamenta nos estudos realizados pela autora.

A forma como o conhecimento é representado constitui uma das condicionantes da aprendizagem. Horton (1990) refere que há modos de organizar e apresentar o conhecimento que se tornaram familiares por serem conceptualmente simples e facilmente lembrados, tais como as sequências, as grelhas, as hierarquias e as redes. A escolha de determinada representação do conhecimento, quer seja apresentada em papel ou num documento interactivo, deve ter sempre presente a finalidade para que é usada. Por exemplo, Shirk (1992) considera que para aprender determinado conhecimento o melhor é utilizar uma representação sequencial, mas se o objectivo é percorrer determinada informação até encontrar o assunto pretendido, então esta deve ser apresentada numa hierarquia de referências cruzadas. Esta noção de cruzamento da informação em várias direcções é

partilhada pelos autores da Teoria da Flexibilidade Cognitiva, que a consideram imprescindível para se conseguir dominar um assunto complexo e pouco-estruturado.

Aquisição de conhecimentos de nível avançado em domínios complexos e pouco-estruturados

A Teoria da Flexibilidade Cognitiva é uma teoria construtivista, desenvolvida por Spiro *et al.* (1987; 1988; 1991a; 1991b; Spiro e Jehng, 1990), cujos princípios são particularmente adequados para a aquisição de conhecimentos de nível avançado, em domínios complexos e pouco-estruturados. Esta teoria desenvolveu-se ao tentar solucionar a dificuldade que os alunos dos cursos de medicina apresentavam em transferir o conhecimento para novas situações (Feltovich, Spiro e Coulson, 1989). Deste modo, é importante não só mencionar que esta teoria se aplica na aquisição de conhecimentos de nível avançado em domínios complexos e pouco-estruturados, mas também na transferência do conhecimento para novas situações.

Spiro, Coulson, Feltovich e Anderson (1988) dividem a aquisição de conhecimentos em três níveis sequenciais: nível introdutório ou de iniciação, nível avançado e o nível de especialização. Os mentores da teoria centram-se no nível avançado contapondo-o ao nível de iniciação que, segundo os autores, se orienta para a aquisição de conceitos básicos, enquanto que no nível avançado o aprendente deve aprofundar o conhecimento, compreendendo a complexidade conceptual, para o poder aplicar flexivelmente em diferentes contextos.

"[In the stage of advanced knowledge acquisition] the learner must attain a deeper understanding of content material, reason with it and apply it flexibly in diverse contexts" (Spiro *et al.*, 1988: 375).

Feltovich *et al.* (1989) constataram que a aprendizagem de um assunto num nível introdutório afecta a compreensão que se pode vir a alcançar num nível avançado; defendendo os autores que abordagens simplificadas, que parecem tornar mais acessível a complexidade, dificultam frequentemente a sua aquisição posterior. Por este motivo, sugerem que os aprendentes sejam expostos à complexidade desde o início e que se utilizem analogias, mas

tendo o cuidado de evidenciar as semelhanças e as diferenças entre a analogia e o assunto em estudo (Feltovich *et al.*, 1989; Spiro, Feltovich, Coulson e Anderson, 1989), para que não ocorra a construção de concepções alternativas¹.

Segundo os proponentes da teoria, que usam indiscriminadamente os termos conhecimento, domínio ou assunto (Spiro, Feltovich, Jacobson e Coulson, 1991a: 24-26), os domínios complexos e pouco-estruturados² caracterizam-se pela falta de regras ou princípios gerais que se apliquem aos casos concretos; pelo facto das relações hierárquicas de domínio e de subordinação serem alteradas de caso para caso; pelo facto dos mesmos conceitos assumirem diferentes padrões de significância quando colocados em contextos diferentes; pelo facto dos protótipos tenderem a induzir em erro e por as interacções entre os diferentes conceitos permitirem salientar a novidade presente no caso (Spiro, Vispoel, Schwitz, Samarapungavan e Boerger, 1987). Posteriormente, sintetizam estas ideias referindo que nos domínios pouco-estruturados *vários conceitos interagindo entre si são pertinentes na aplicação a um caso e a combinação desses conceitos é inconsistente em casos do mesmo tipo* (Spiro *et al.*, 1988: 375).

Para facilitar a aprendizagem de conhecimentos complexos e pouco-estruturados sugerem sete princípios. O primeiro, um princípio geral, salienta a necessidade de (1) demonstrar a complexidade e a irregularidade, evidenciando situações que parecem semelhantes e que quando analisadas se revelam diferentes (Spiro *et al.*, 1988). Os outros princípios, decorrentes do primeiro, apelam a (2) utilizar múltiplas representações do conhecimento, perspectivando-o em diferentes contextos; (3) centrar o estudo no caso; (4) dar ênfase ao conhecimento aplicado a situações concretas em vez de conhecimento abstracto; (5) proporcionar a construção de esquemas flexíveis através da apresentação de situações a que determinados conceitos se aplicam; (6) evidenciar múltiplas conexões entre conceitos e mini-casos (travessias temáticas), evitando compartimentar o conhecimento e, por fim, (7) é mencionada a participação activa do aprendente no documento, através da orientação especializada presente nos Comentários Temáticos que, redigidos por especialistas no assunto, proporcionam uma visão multifacetada e profunda do caso em estudo.

Após a caracterização do nível de aquisição de conhecimentos a que esta teoria se aplica, cuja especificação para o nível avançado tão louvada foi por vários especialistas (Jones, 1990; Molenda, 1991; Reigeluth, 1991; Winn, 1991 e Thompson, 1995), vamos passar a indicar as influências recebidas e referidas pelos autores da Teoria da Flexibilidade Cognitiva para a abordagem de assuntos complexos e pouco-estruturados.

A travessia da paisagem em várias direcções

Os mentores da Teoria da Flexibilidade Cognitiva reconhecem a influência do trabalho de Wittgenstein (1987), "Investigações Filosóficas", na organização do conhecimento e na aprendizagem através da metáfora *travessia da paisagem em várias direcções* (Spiro *et al.*, 1987; Spiro e Jehng, 1990), bem como da obra pós-estruturalista "S/Z" de Roland Barthes (1970) através da noção de uma leitura plural e de múltiplos códigos (Spiro e Jehng, 1990) e, posteriormente, da obra de Jacques Derrida com a noção de desconstrução (cf. Carvalho, 1998a; Caputo, 1997).

Mas enquanto que para Wittgenstein (1987) a expressão *travessia da paisagem em várias direcções*³ reflecte uma dificuldade causada pelas normas da escrita, "os meus pensamentos paralisavam, logo que eu tentava forçá-los, contra a sua inclinação natural, numa *determinada* direcção" (Wittgenstein, 1987: 165), para Spiro e Jehng (1990) ela é uma metáfora que serve de base a uma teoria de aprendizagem, ensino e representação do conhecimento. A *paisagem*, utilizada neste contexto como sinónimo de conhecimento, só é profundamente compreendida quando atravessada em várias direcções. Segundo os autores, aprende-se ao atravessar as paisagens conceptuais e para ensinar um dado assunto é necessário seleccionar materiais que facultem uma exploração multidimensional ao aprendente sob orientação especializada. Cada comentário redigido por Wittgenstein, que ele designa por observação filosófica, integra um novo contributo para ajudar a compreender os assuntos abordados e vai ser o conjunto de "esboços paisagísticos" que permite ao leitor atingir uma melhor e mais profunda compreensão sobre o assunto em foco.

"Os mesmos ou quase os mesmos pontos eram constantemente abordados, a partir de direcções diferentes, e eram traçados novos esboços e novas imagens eram desenhadas" (Wittgenstein, 1987: 166).

Spiro e Jehng (1990) defendem que a complexidade de uma região (um caso) só será compreendida quando se fizerem múltiplos esboços, contribuindo cada um para aclarar aspectos ainda não perspectivados. Deste modo, a riqueza de uma região (um caso) não será mutilada, porque o conteúdo é perspectivado por diferentes ângulos.

"By criss-crossing topical/conceptual landscapes, highly interconnected, web-like knowledge structures are built that permit greater flexibility in the ways that knowledge can potentially be assembled for use in comprehension or problem solving" (Spiro e Jehng, 1990: 170).

Dos textos de Roland Barthes, Spiro e colaboradores recebem a influência da noção de desconstrução e de leituras plurais (Spiro e Jehng, 1990). Para Barthes (1970) interpretar um texto não é atribuir-lhe um sentido, mas fazer emergir a pluralidade significativa que o constitui. Na obra "S/Z", o autor analisa "Sarrasine", de Balzac, através de múltiplos códigos.

O processo de *desconstrução* também é partilhado por Jacques Derrida e ao qual Rand Spiro tem também feito alusão⁴. Vão ser, na verdade, as sucessivas *desconstruções* e *travessias da paisagem em várias direções* que vão promover a flexibilidade cognitiva.

Flexibilidade Cognitiva

A *flexibilidade cognitiva* é a capacidade que o sujeito tem de, perante uma situação nova (ou problema), reestruturar o conhecimento para resolver a situação (ou o problema) em causa. A flexibilidade cognitiva resulta, não só, do modo como o conhecimento é representado, sugerindo os autores múltiplas dimensões conceptuais (temas) e múltiplas travessias da paisagem, mas também da análise de muitos casos, desenvolvendo, deste modo, a capacidade de constituir esquemas (Spiro e Jehng, 1990). O conhecimento que vai ser utilizado em diferentes situações precisa de ser ensinado de diferentes modos (Spiro *et al.*, 1987). Assim, os autores propõem dois processos para desenvolver a flexibilidade cognitiva durante a aprendizagem de determinado assunto: *desconstrução* do mini-caso através de diferentes pontos de vista (temas) e *estabelecer relações* entre mini-casos de diferentes casos.

equilíbrio entre continuidade e descontinuidade (Spiro *et al.*, 1987). Alguns temas sobrepõem-se nos diferentes casos e variam de um par de casos para o seguinte, referindo os mentores que a força da ligação deriva da parcial sobreposição dos diferentes temas ao longo dos casos.

Como síntese da abordagem do caso, deve-se ainda referir que há que evitar dois extremos da representação: (1) um caso não deve ser demasiado próximo das interações temáticas apresentadas, para se evitar as generalizações precipitadas que são nefastas e (2) um caso também não deve ser tão diferente dos outros casos apresentados que possa induzir o aprendente na falsa noção de que não há abstracção conceptual ao longo dos casos, banindo-se a ideia de que cada caso é único (Spiro e Jehng, 1990). Os casos devem permitir atentar em (1) diferenças em casos superficialmente semelhantes (para evitar perder a complexidade individual dos casos e para impedir uma assimilação redutora das aparentes características comuns) e notar as (2) semelhanças entre casos aparentemente diferentes (Spiro *et al.*, 1987).

Cada caso necessita de ser decomposto e representado ao longo de vários temas, que se sobrepõem parcialmente, e devem ser estabelecidas muitas conexões ao longo de mini-casos (fragmentos decompostos do caso), criando-se, deste modo, condições para possíveis reestruturações (Spiro *et al.*, 1987).

Múltiplas dimensões de análise: os temas

Os temas, muitas vezes referidos como sinónimo de conceito, princípio ou perspectiva, vão permitir a *desconstrução* de cada mini-caso, facultando cada um deles uma visão diferente. O conjunto dos *comentários temáticos*, redigidos para cada mini-caso, integra diferentes perspectivas que vão contribuir para que o aprendente possa compreender o mini-caso em profundidade e depois o *reconstrua*, adquirindo, deste modo, uma compreensão mais completa. A selecção dos temas é uma importante e delicada tarefa, pelas implicações que estes têm na compreensão do assunto. Num estudo realizado com alunos de medicina, Feltovich *et al.* (1989) seleccionaram temas ou conceitos que fossem considerados pela comunidade médica como importantes para a prática de medicina e que fossem difíceis para os alunos compreenderem e aplicarem.

Cada um dos temas terá mais aplicabilidade em umas situações do que em outras, mas todos eles ajudam o aprendente a perceber que a utilização de apenas um tema restringe a compreensão do mini-caso. Spiro e Jehng (1990) mencionam que o recurso a múltiplos temas para compreender um mini-caso favorece a transferência de conhecimento para novas situações porque o sujeito aprende a interpretar os casos, adquirindo experiência para analisar novos casos; a interação dos temas é estudada no contexto de um mini-caso e, ainda, porque ao abordar vários temas, a paisagem é melhor compreendida, adquirindo-se flexibilidade para criar um esquema que se adeque à nova situação.

Quadro 1 - Matriz Temática (casos, mini-casos e temas)

Casos	Temas								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Caso I									
1	x		x		x				x
2	x		x		x		x		x
3	x			x	x	x			x
4		x	x	x					x
5	x		x	x	X	x	x		x
6			x	x		x			x
7	x	x				x			x
8			x	x	x				x
Caso II									
1		x	x	x	x				x
2			x	x	x				
3		x		x				x	x
4		x	x	x	x	x		x	x
5			x	x	x		x	x	x
6	x		x		x				x
7	x		x	x	x	x	x	x	x

Os temas, embora se sobreponham ligeiramente, não devem ser semelhantes. Para comparar as sobreposições temáticas para cada caso, Spiro *et al.* (1987) sugerem uma matriz que permite visualizar facilmente os casos que têm afinidades temáticas (Quadro 1). Esta matriz facilita estruturar a sequência de casos, sendo desejável, como já foi referido, uma sobreposição parcial dos temas. Os autores chegam mesmo a sugerir, como

exemplo, que metade dos temas dos casos 1 e 2 deve sobrepor-se aos casos 3 e 4. Assim, consegue-se evitar considerar um dado caso como sendo único e obtêm-se representações mentais que tiram partido das travessias feitas de caso para caso permitindo que, quando se depara com um caso novo, mais rapidamente se construa a solução com base no conhecimento adquirido nos casos precedentes.

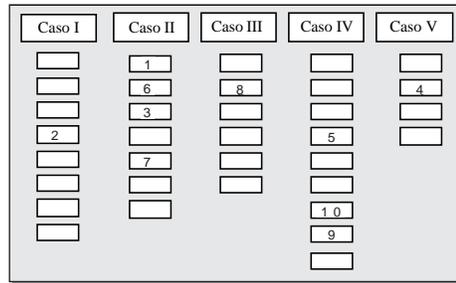


Figura 2 - Travessia Temática Orientada

As travessias temáticas centram-se na selecção de um tema ou vários temas que se aplicam a uma série de mini-casos de diferentes casos, proporcionando ao aprendiz uma travessia pelos casos. Nesta travessia, os mini-casos seleccionados não respeitam, geralmente, a sequência dos casos (ver Figura 2), embora ela se apresente ao aprendiz como sequencial, porque o percurso é definido previamente. A finalidade dos mini-casos nestas travessias temáticas é ajudar a compreender melhor o tema seleccionado e mostrar como um mesmo tema surge em diferentes contextos proporcionados pelos casos.

Assim, ao atravessar em várias direcções uma paisagem complexa obtém-se o duplo objectivo de salientar as múltiplas facetas de aplicação de um tema e de estabelecer múltiplas ligações entre mini-casos de diferentes casos (Spiro *et al.*, 1987).

Explicitada a abordagem centrada no caso e a importância dos temas, quer para a desconstrução dos mini-casos quer para as travessias temáticas orientadas, falta mencionar como melhor beneficiar da exploração destes percursos complementares.

Os percursos de aprendizagem

Há dois percursos que são essenciais à Teoria da Flexibilidade Cognitiva. Um permite a *desconstrução*⁵ do mini-caso segundo os temas que se lhe aplicam, particularmente, através dos Comentários Temáticos, e o outro percurso permite atravessar uma série de mini-casos e pertinentes comentários temáticos para compreender a aplicação de um tema em casos díspares. Este percurso é pré-definido e faculta ao utilizador uma *travessia temática orientada*⁶.

Os autores da Teoria da Flexibilidade Cognitiva consideram que os seus princípios são mais facilmente implementados em hiperdocumentos (Spiro e Jehng, 1990), tendo desenvolvido uma primeira "shell", em HyperCard, que suporta os documentos concebidos por Jacobson (1990) e por Moreira (1996). Posteriormente, desenvolveram uma outra "shell", também em HyperCard, o "Thematic Investigator", que está na origem do "Evolution Thematic Investigator" (Jacobson, Sugimoto e Archodidou, 1996) e de "*O Primo Basílio: múltiplas travessias temáticas*" (Carvalho, 1998a; 1999c).

Os hiperdocumentos, desenvolvidos com base nas "shells" acima referidas, disponibilizam, ainda, a possibilidade do utilizador realizar "Pesquisas". Para tal, é necessário assinalar o caso ou os casos e o(s) tema(s) em que está interessado e activar a pesquisa, sendo-lhe apresentada uma lista de mini-casos, que correspondem à pesquisa solicitada. Através do menu principal, o utilizador pode ainda aceder à "Tabela de Conteúdos" e, aí, à Matriz Temática, que apresenta a lista de mini-casos e os respectivos temas (cf. Carvalho, 1998a; 1999a; 1999c).

Os dois percursos principais, desconstrução e travessias temáticas orientadas, devem ser percorridos alternadamente, uma vez que são complementares no tipo de aprendizagem que proporcionam (Spiro *et al.*, 1987).

Os aprendentes, antes de percorrerem os documentos estruturados segundo os princípios desta teoria, têm que conhecer os Casos (Spiro e Jehng, 1990). Quando iniciam o estudo no hiperdocumento, devem começar por compreender o que caracteriza cada um dos Temas, lendo atentamente a Descrição Geral de cada um deles, só depois é que estarão aptos para iniciar a aprendizagem, navegando na desconstrução dos mini-casos e nas travessias da paisagem em várias direcções.

Documentos Desenvolvidos

Os princípios da Teoria da Flexibilidade Cognitiva têm sido aplicados a áreas muito díspares tais como medicina, particularmente no estudo de problemas cardiovasculares com o documento "Cardioworld Explorer" (Spiro *et al.*, 1988), em estratégia militar, na compreensão e interpretação do filme *Citizen Kane* ("Exploring thematic structure in *Citizen Kane*", Spiro e Jehng, 1990), em história ("Technology and the Twentieth Century: Impact on Society and Culture", Jacobson, 1990), na biologia ("Biology Thematic Investigator", Jacobson e Spiro, 1993; depois designado por "Evolution Thematic Investigator", Jacobson *et al.*, 1996), na correção do erro em língua estrangeira, em inglês, ("Mistake Management", Moreira, 1996), na abordagem da obra literária *O Primo Basílio* (Carvalho, 1998a; 1999c), actualmente também disponível na *World Wide Web*⁷ (Carvalho, 1999a; 1999b; Carvalho e Dias, 1999). Em curso, encontra-se a aplicação da Teoria da Flexibilidade Cognitiva à formação de futuros professores, com base no filme "O Clube dos Poetas Mortos" (Mendes e Pereira, 1997).

Comentário Final

Os estudos realizados no âmbito da teoria apontam para a sua eficácia na transferência do conhecimento para novas situações (Jacobson, 1990; Jacobson *et al.*, 1996; Moreira, 1996; Carvalho, 1998a). Contudo, no estudo realizado por Carvalho (1998a)⁸ alguns aprendentes sentiram-se bastante orientados nos percursos a realizar no documento hipermédia, tendo comentado que, basicamente, seguiam as indicações apresentadas no hiperdocumento. Constatou-se, ainda, que os sujeitos que não tinham acesso aos percursos pré-definidos das Travessias Temáticas Orientadas, mas só aos seus tópicos, tendo que reflectir e procurar a informação, manifestaram ter gostado do desafio e os seus resultados aproximaram-se dos obtidos pelos sujeitos que tinham acesso à informação pré-definida (Carvalho, 1998a; 1999c). Por esse motivo, no estudo realizado no âmbito da formação à distância na *World Wide Web*, os sujeitos foram desafiados a construir os Comentários Temáticos no percurso Caso e a conceberem as Travessias Temáticas perante o tópico apresentado, depois de terem percorrido o primeiro Caso e a primeira Travessia Temática Orientada.

Após análise dos dados recolhidos, verificou-se, contudo, que só alguns sujeitos aceitaram o desafio proposto (quatro sujeitos em dezanove), mas os que o fizeram mencionaram que "aceitei o desafio, porque é um modo de aprofundar o meu estudo" e "ao tentar explicitar o comentário temático e só depois o ler, notava que algumas das minhas ideias estavam erradas, mas outras eram completadas" (Carvalho, 1999b; Carvalho e Dias, 1999). Alguns dos alunos explicaram que não aceitaram o desafio por falta de tempo, optando por seguir os percursos pré-definidos, que lhes facultam *aprender tanto em tão pouco tempo*.

As investigações realizadas permitem concluir que, apesar da Teoria da Flexibilidade Cognitiva não ser flexível quanto à forma como propõe que o conhecimento seja representado e aprendido, promove o desenvolvimento da flexibilidade cognitiva, tão imprescindível na transferência de conhecimento para novas situações.

Notas

- * As figuras e o quadro foram concebidos com base na implementação dos princípios da Teoria da Flexibilidade Cognitiva na abordagem à obra "O Primo Basílio" de Eça de Queirós (cf. Carvalho, 1998a: volume Anexos).
- 1 Em Carvalho (1998a) encontra-se uma descrição do que é proposto pelos autores sobre a utilização de analogias na aprendizagem.
- 2 Opõem domínios complexos e pouco-estruturados a domínios complexos e bem-estruturados, que se caracterizam por serem semelhantes na forma como são analisados (Spiro et al., 1987). Contudo, os autores advertem que mesmo em domínios bem-estruturados o contexto de aplicação é frequentemente pouco-estruturado.
- 3 A expressão "travessia da paisagem em várias direcções" resulta da tradução da expressão "criss-crossed landscape" (Spiro e Jehng, 1990: 183) e da representação gráfica que o Professor Rand Spiro fez (cf. Carvalho, 1998a).
- 4 Durante a estada da autora na Universidade de Illinois, em Urbana-Champaign, no verão de 1995, Rand Spiro referiu o trabalho de Jacques Derrida e, em particular, a noção de desconstrução.
- 5 O processo de *desconstrução* do mini-caso pelos respectivos Comentários Temáticos encontra-se no percurso "Ver os Casos" no hiperdocumento em HyperCard (Carvalho, 1998a ou 1999c; Carvalho e Dias, 1997a e 1997b) e na versão disponível na *web* por "Casos" (Carvalho, 1999a; 1999b; Carvalho e Dias, 1999).

- 6 A travessia temática orientada é mencionada por "Tópicos de Reflexão" nos documentos desenvolvidos em HyperCard (Carvalho, 1998a ou 1999c; Carvalho e Dias, 1997a e 1997b) e na *web* (Carvalho, 1999a; 1999b; Carvalho e Dias, 1999).
- 7 "O *Primo Basílio*: múltiplas travessias temáticas" encontra-se disponível na seguinte URL <http://www.iep.uminho.pt/primobasilio>
- 8 Carvalho (1998a) aplicou os princípios da Teoria da Flexibilidade Cognitiva e avaliou a importância dos diferentes percursos na aprendizagem, tendo utilizado três grupos. Um grupo tinha acesso a todos os percursos da Teoria da Flexibilidade Cognitiva, designando-se por Teoria da Flexibilidade Cognitiva (TFC); outro grupo que não tinha acesso aos percursos Travessia Temática livre nem à Travessia Temática Orientada, mas só ao seu tópico ou tema, designando-se por Sem Travessia Temática (STT); o terceiro grupo não tinha acesso aos comentários temáticos, designando-se por Sem Comentários Temáticos (SCT).

Referências

- BARTHES, Roland (1970). S/Z. Paris: Éditions du Seuil.
- CAPUTO, John D. (1997). *Deconstruction in a Nutshell: a conversation with Jacques Derrida*. New York: Fordham University Press.
- CARVALHO, Ana Amélia Amorim (1998a). *Os Documentos Hipermedia Estruturados Segundo a Teoria da Flexibilidade Cognitiva: Importância dos Comentários Temáticos e das Travessias Temáticas na Transferência do Conhecimento para Novas Situações*. Tese de Doutoramento em Educação, na área de Tecnologia Educativa, vol. I e II (Anexos), Braga: Instituto de Educação e Psicologia, Universidade do Minho [este trabalho está publicado com a referência: Carvalho, 1999c].
- CARVALHO, Ana Amélia Amorim (1998b). Influência das Preferências de Aprendizagem na Exploração de um Documento Hipermedia. *Revista Galego-Portuguesa de Psicologia e Educación*, 3 (2), 185-196.
- CARVALHO, Ana Amélia Amorim (1999a). Do *HyperCard* à *World Wide Web*: "O *Primo Basílio*: múltiplas travessias temáticas". In Paulo Dias e C. Varela de Freitas (org.), *I Conferência Internacional Challenges'99/Desafios'99*, 127-142.
- CARVALHO, Ana Amélia Amorim (1999b). Design and Evaluation of a Distance Learning Course on the WWW. In Betty Collis e Ron Oliver (eds), *Proceedings of ED-MEDIA 99, World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications*. Charlottesville, VA: Association for the Advancement of Computing in Education, vol. II, 1257-1258.
- CARVALHO, Ana Amélia Amorim (1999c). *Os Hipermedia em Contexto Educativo. Aplicação e Validação da Teoria da Flexibilidade Cognitiva*. Braga: Centro de Estudos em Educação e Psicologia, Universidade do Minho.
- CARVALHO, Ana Amélia Amorim e DIAS, Paulo (1997a). A Teoria da Flexibilidade Cognitiva na Estruturação de Documentos Hipermedia. In R. F. A. Estrela, F.

- Costa, I. Narciso e O. Valério (eds.), *Contributos da Investigação Científica para a Qualidade do Ensino. Actas do III Congresso da Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação*. Lisboa: Gráfica, vol.I, 343-352.
- CARVALHO, Ana Amélia Amorim e DIAS, Paulo (1997b). Hypermedia Environment Using a Case-based Approach to Foster the Acquisition of Complex Knowledge. In T. Muldner e T. C. Reeves (eds.), *Proceedings of ED-MEDIA/ ED-TELECOM 97, World Conferences on Educational Multimedia/Hypermedia and Telecommunications*. Charlottesville: AACE, vol.I, 142-149.
- CARVALHO, Ana Amélia Amorim e DIAS, Paulo (1999). A Teoria da Flexibilidade Cognitiva na formação a distância: um estudo na *World Wide Web*. In *Actas do 1º Simpósio Ibérico de Informática no Ensino* (no prelo).
- FELTOVICH, Paul; SPIRO, Rand e COULSON, Richard (1989). 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*. Cambridge, MA: MIT Press, 113-172.
- HORTON, William K. (1990). *Designing and Writing Online Documentation: Help Files to Hypertext*. New York: John Wiley.
- JACOBSON, Michael (1990). *Knowledge acquisition, cognitive flexibility, and the instructional applications of hypertext: a comparison of contrasting designs for computer-enhanced learning environments*. Doctoral dissertation. University of Illinois at Urbana-Campaign.
- JACOBSON, Michael e SPIRO, Rand (1993). *Learning and Applying Difficult Science Knowledge: Research into the application of hypermedia learning environments*. First year report, University of Illinois.
- JACOBSON, Michael; SUGIMOTO, Akiko e ARCHODIDOU, Anthi (1996). *Evolution, Hypermedia Learning Environments, and Conceptual Change: a preliminary report*. Manuscript.
- JONES, Robert A. (1990). To "Criss-Cross in Every Direction"; or, Why Hypermedia Works. *Academic Computing*, 4 (4), 20-21; 30, 53.
- MENDES, Maria Teresa P. J. e PEREIRA, Duarte C. (1997). Aprender a pensar como professor: contributos das novas tecnologias na formação inicial de professores. *Revista de Psicopedagogia, Educação e Cultura*, 1 (2), 307-317.
- MOLEND, Michael (1991). A Philosophical Critique of the Claims of "Constructivism". *Educational Technology*, 31 (9), 44-48.
- MOREIRA, António A.F.G. (1996). *Desenvolvimento da flexibilidade cognitiva dos alunos-futuros-professores: uma experiência Didáctica do Inglês*. Dissertação de Doutoramento. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- REIGELUTH, Charles M. (1991). Reflections on the Implications of Constructivism for Educational Technology. *Educational Technology*, 31 (9), 34-37.
- SHIRK, Henrietta N. (1992). Cognitive Architecture in Hypermedia Instruction. In Edward Barrett (ed.), *Sociomedia: multimedia, hypermedia, and the social construction of knowledge*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 79-93.
- SPIRO, Rand; VISPOEL, Walter; SCHMITZ, John; SAMARAPUNGAN, Ala e BOERGER, A. (1987). *Knowledge Acquisition for Application: Cognitive*

- Flexibility and Transfer in Complex Content Domains. In B. C. Britton e S. M. Glynn (eds.), *Executive Control in Processes in Reading*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 177-199.
- SPIRO, Rand; COULSON, Richard; FELTOVICH, Paul e ANDERSON, Daniel (1988). Cognitive Flexibility Theory: Advanced Knowledge Acquisition in Ill-Structured Domains. In *Tenth Annual Conference of the Cognitive Science Society*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 375-383.
- SPIRO, Rand; FELTOVICH, Paul; COULSON, Richard e ANDERSON, Daniel (1989). Multiple analogies for complex concepts: antidotes for analogy-induced misconceptions in advanced knowledge acquisition. In S. Vosniadou e A. Ortony (eds.), *Similarity and Analogical Reasoning*. Cambridge: Cambridge University Press, 498-531.
- SPIRO, Rand e JEHNG, Jih-Chang (1990). Cognitive Flexibility and Hypertext: theory and technology for the nonlinear and multidimensional traversal of complex subject matter. In Don Nix e Rand Spiro (eds.), *Cognition, Education, and Multimedia: Exploring Ideas in High Technology*. Hillsdale, NJ. Lawrence Erlbaum Associates, 163-205.
- SPIRO, Rand; FELTOVICH, Paul; JACOBSON, Michael e COULSON, Richard (1991a). Cognitive Flexibility, Constructivism, and Hypertext: random access instruction for advanced knowledge acquisition in ill-structured domains. *Educational Technology*, 31 (5), 24-33 [também publicado em L. Steffe e J. Gale (eds.) (1995), *Constructivism in Education*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates].
- SPIRO, Rand, FELTOVICH, Paul; JACOBSON, Michael e COULSON, Richard (1991b). Knowledge Representation, Content Specification, and the development of skill in Situation-Specific Knowledge Assembly: Some Constructivist Issues as they relate to Cognitive Flexibility Theory and Hypertext. *Educational Technology*, 31 (9), 22-25.
- THOMPSON, P. W. (1995). Constructivism, Cybernetics, and Information Processing: Implications for Technologies of Research on Learning. In L. P. Steffe e J. Gale (eds.), *Constructivism in Education*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 123-133.
- WINN, William D. (1991). The Assumptions of Constructivism and Instructional Design. *Educational Technology*, 31 (9), 38-40.
- WITTGENSTEIN, Ludwig (1987). *Tratado Lógico-Filosófico. Investigações Filosóficas*. Tradução e prefácio de M. S. Lourenço, Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

KNOWLEDGE REPRESENTATION ACCORDING TO COGNITIVE FLEXIBILITY THEORY

Abstract

This paper addresses the principles suggested by Cognitive Flexibility Theory to represent knowledge in such way that the acquisition of advanced knowledge in complex and ill-structured domains is facilitated and cognitive flexibility is developed. Moreover, we describe the Cognitive Flexibility Theory, its assumptions, recommendations and the hyperdocuments developed following its principles. We conclude by commenting the theory based on the studies carried out by the author.

REPRÉSENTATION DE LA CONNAISSANCE SELON LA THÉORIE DA LA FLEXIBILITÉ COGNITIVE

Résumé

Cet article aborde les principes de la Théorie de la Flexibilité Cognitive pour représenter la connaissance. Ces principes ont comme objectif faciliter l'acquisition de la connaissance d'un niveau avancé, dans des domaines complexes et peu structurés, et développer la flexibilité cognitive, très importante dans la transférence de la connaissance aux nouvelles situations. On fait aussi référence aux présupposés de la théorie, à ses recommandations et aux hyperdocuments développés. À la fin de ce texte et en s'appuyant sur des études réalisées par l'auteur, est présenté un commentaire sur la théorie.