

PROCESSAMENTO DA INFORMAÇÃO, HIPERTEXTO E EDUCAÇÃO

Paulo Dias

Universidade do Minho, Portugal

Resumo

Este artigo analisa o paradigma de processamento de informação através do papel da analogia computacional e das suas implicações no processo de aquisição e representação de conhecimento. Com base na concepção de processamento cognitivo paralelo e na distinção entre representações declarativas, procedimentais e contextuais propõe-se uma abordagem alternativa da metáfora de desenvolvimento da tecnologia hipertexto em educação.

1

A abordagem cognitiva em torno do conceito de processamento de informação desenvolve a analogia entre a mente e o computador, e define-se progressivamente a partir da década de 50, para ser formalmente estruturada e apresentada como um novo paradigma (Miller, Galanter & Pribram (1960), com um corpo próprio de crenças e conceitos científicos como: imagem mental; plano; estrutura; "schema"; estratégia. Este conjunto de novos conceitos tinha como objectivo permitir o acesso à arquitectura cognitiva e também à identificação dos mecanismos implicados no acto cognitivo no

A preparação do presente artigo foi apoiada pela JNICT através do subsídio concedido ao projecto com a ref^o PCSH/359/92/CED.

Toda a correspondência relativa a este artigo deve ser enviada para: Paulo Dias, Instituto de Educação, Universidade do Minho, Campus de Gualtar, 4700 BRAGA, PORTUGAL.

decurso do processamento da informação.

Para o desenvolvimento do paradigma de processamento humano da informação concorrem a teoria matemática da comunicação de Shannon, os desenvolvimentos nas ciências da computação com particular relevo para a IA, que se apresenta como disciplina científica nos anos 50, e também a psicolinguística. O paradigma define que qualquer acto ou realização cognitiva supõe um processo constituído por: recepção da informação ("input"), codificação, armazenamento, evocação e resposta ("output").

No modelo inicial a utilização dos conceitos da então ainda recente teoria da comunicação é responsável pela analogia mente/canal de informação, (Miller et al., 1960).

A analogia apresentava um modelo bastante primitivo através da concepção do canal de informação como um sistema passivo. A indiferença relativa à natureza do canal e ao seu papel sobre a informação permitiu a extensão do conceito deste dispositivo ao sistema nervoso, considerando-o como um canal de natureza biológica.

A mente passou a ser considerada como um canal biológico capaz de receber informação externa e gerar informação de resposta.

Contudo, a mente é um sistema dinâmico que não apresenta um comportamento idêntico ao de um canal (passivo) destinado ao suporte físico da transmissão de informação.

O canal biológico não se limita a transmitir a informação, codifica-a, transforma-a, isto é, constitui o próprio sistema de processamento da informação.

A primeira analogia, que teve uma extensa aplicação na capacidade humana de transmissão da informação dará lugar ao novo desenvolvimento do paradigma cognitivo com o surgimento do computador digital.

O princípio da analogia remonta aos trabalhos de Turing, matemático e pioneiro das ciências da computação, o qual desenvolveu os princípios da computação aplicados na chamada "Máquina Universal" de Turing de 1937. É uma máquina hipotética composta por um "autómato" capaz de desempenhar cálculos e desenvolver capacidades de armazenamento. O armazenamento da informação é realizado numa fita sob a forma de 0 ou 1 ou através de símbolos de pontuação. Ao autómato são atribuídas as capacidades de ler, escrever, ou apagar os símbolos. Usando três operações computacionais (adição, subtração e comparação) a máquina é teoricamente capaz de executar variadas operações algébricas e operações matemáticas com êxito e, se especificado, com capacidade de desempenho infinito. Para Turing, a "Máquina Universal" seria capaz de simular qualquer computação, incluindo os comportamentos inteligentes humanos. (Pask & Curran, 1982).

A óbvia analogia entre os processos desenvolvidos pelo computador e a computação mental sugerem, como refere Allport (1980), todo um novo conjunto de metáforas para a simulação do processamento incluindo a concepção dos mecanismos e seqüências deste processamento.

É este o enquadramento geral para o modelo psicológico de processamento de informação nos anos 60, o qual tende a seguir o design básico das seqüências do computador como sistema, em vez de se orientar para o potencial dos processos computacionais que podem ser implementados no sistema.

A tentativa de integrar as características do "hardware" computacional nos modelos de processamento humano da informação reflecte dum modo geral a necessidade de compreender e desenvolver réplicas da actividade do cérebro em IA; ou, por outras palavras, o desenvolvimento de programas de simulação dos processos cognitivos implicados em domínios como a aprendizagem ou a resolução de problemas.

2

A analogia física até então desenvolvida, cedo se apresentou tarefa impossível. Apesar da pesquisa em IA nos anos 50 se orientar para as redes neuronais, a evidência da diferença de mais de 10 milhões de neurónios para o cérebro humano e o pequeno número de neurónios simulados na base computacional dos programas de investigação constituiu um impedimento para a realização da analogia física.

A perspectiva funcional que lhe sucedeu, constituiu um desenvolvimento da analogia inicial e desempenhou um papel determinante na clarificação das similitudes entre os dois sistemas. Deste modo, tornou-se possível afirmar que: quer a mente quer o computador são sistemas de intenção geral: ambos codificam, armazenam e operam com símbolos e representações internas.

Distinguem-se, no entanto, dois sentidos de desenvolvimento da semelhança na analogia funcional (Vega, 1984). O primeiro, designado débil, utiliza o vocabulário do processamento de informação sem perder o objectivo central que é a perspectiva psicológica, na observação e investigação do sistema de processamento cognitivo. Corresponde ao domínio da psicologia cognitiva e compreende o estudo do comportamento inteligente humano. O segundo, considera o computador não só como uma ferramenta conceptual, com desenvolve a analogia até às suas últimas seqüências. Enfatiza o conceito de intenção geral aplicado ao computador e ao sistema cognitivo, e desenvolve como objectivo a elaboração duma teoria unificada do processamento da informação que inclua ambos os sentidos. Caracteriza a ciência cognitiva e desenvolve um campo de interesse aplicado na construção de programas em IA para simulação de comportamentos inteligentes humanos e de processamento cognitivo da informação.

O computador permite a possibilidade de construir modelos formais bastante complexos e sofisticados do comportamento humano no desempenho de tarefas, resolução de problemas e na modelagem de sistemas de aprendizagem. Consideram-se dois tipos de modelação computacional: i) IA e ii) simulação. No primeiro (IA) o programa utiliza estratégias e mecanismos diferentes dos humanos, não tem a intenção expressa de reproduzir os processos cognitivos, enquanto no segundo (S), o objectivo é simular o comportamento inteligente humano, emular os processos e mecanismos mentais, inclusive as suas próprias limitações. Um terceiro tipo de modelação é formado pelos diagramas de fluxo em psicologia cognitiva. O diagrama de fluxo representa de forma simplificada um algoritmo para resolução de problemas ou o desempenho de um sistema de processamento de informação.

A analogia computacional permite um quadro de referência teórica e prática para a abordagem da ciência cognitiva. Assim, a função de metapostulado, isto é, o conjunto de referências que legitimam os objectivos da investigação e condicionam a formação de teorias e modelos, exerce uma profunda orientação no sentido de desenvolvimento da investigação e interpretação do sistema de processamento humano de informação.

O paradigma de processamento da informação, central na ciência cognitiva, procura constituir um meio para a compreensão da cognição humana, um meio para simular, interpretar e analisar as funções e níveis da actividade de processamento.

O novo campo da ciência cognitiva envolve diferentes disciplinas como a psicologia cognitiva, a neurociência, as ciências da computação, a linguística, a antropologia, a filosofia, e as ciências da educação.

A natureza multidisciplinar evidencia a abordagem através de diferentes níveis de compreensão das funções cognitivas. Como refere Klivington(1986), a compreensão dum conjunto complexo de fenómenos naturais, como é o processamento cognitivo, pode envolver vários níveis de realização e processamento e nenhum deles é delimitado ou fechado em relação aos outros, beneficiando mutuamente da interacção.

Deste modo, define-se um quadro epistemológico funcional que distingue a actividade de processamento do suporte (orgânico) das operações mentais, através da introdução de diferentes níveis de compreensão da actividade cognitiva orientados para uma relação de complementaridade.

Diversos estudos reflectem a presença implícita ou explícita das características do hardware nos modelos de processamento da informação, nomeadamente no domínio da memória. Referem-se, entre outros, os modelos de Memória a Curto Prazo e a Longo Prazo, a Memória Semântica.

Ambos os exemplos constituem produções da perspectiva funcional da analogia

nas teorias de processamento da informação que se estende a domínios distintos como o da neurofisiologia, com o Pandemonium de Oliver Selfridge.

O Pandemonium é um sistema evolutivo que se baseia numa hierarquia de sub-rotinas ou elementos de computação chamados demónios, e segue o princípio dos sistemas adaptativos (Pask, 1970).

3

A abordagem cognitiva desenvolve-se num sentido pragmático do controlo (interaccional) da realidade através do processamento humano da informação.

Daqui resulta a concepção da mente como um sistema adaptativo em interacção com o meio, operando um diálogo e mecanismos próprios para a interacção.

Considerar a mente como um sistema adaptativo é uma plataforma para o entendimento do seu funcionamento, não só no quadro da sua relação com o meio, como através do processo de geração de símbolos mentais que representam o mundo ou outras entidades, que não possuem obrigatoriamente correspondência com qualquer objecto físico do mundo.

Langley & Simon (1981) definem um sistema adaptativo, do seguinte modo:

"O cérebro é um sistema adaptativo cuja função biológica é dotar o organismo com uma conduta efectiva e, a partir desta, com capacidade de sobrevivência num ambiente complexo, mutável e frequentemente imprevisível. A adaptação ocorre em várias e diferentes escalas de tempo." (Langley et al. 1981, p. 362).

Para estes autores, a adaptação é um processo que ocorre em diferentes escalas temporais. Na mais pequena, cada problema apresentado ao organismo muda a sua capacidade adaptativa, como se observa na tarefa de resolução de problemas que evidencia um mecanismo de adaptação imediato. Na escala temporal mais dilatada a própria evolução biológica do genotipo constitui o mecanismo adaptativo.

Para ambos os processos de adaptação surge o processo de aprendizagem que se vai reflectir na selecção de mecanismos e modelos (programas) de desempenho do indivíduo.

Em diversos estudos sobre a aprendizagem em ambientes enriquecidos (cf. Friedman & Cocking, 1986, pp. 320-328) apresenta-se a evidência dum processo adaptativo favorável ao desenvolvimento cognitivo, referindo-se em particular os estudos em indivíduos adoptados, com separação dos contributos genéticos e ambientais providenciados pelos pais biológicos, que evidenciam o impacto positivo do ambiente de aprendizagem.

Face a este quadro poderíamos considerar a presença dum processo adaptativo

operado em curta escala, e, num sentido emergente da plasticidade cognitiva operado também ao nível da representação de conhecimento.

Torna-se demasiado complexo proceder à análise da actividade de processamento de informação na aprendizagem a partir de estruturas invariantes dedicadas a esta tarefa. Este aspecto decorre da evidência duma aprendizagem divergente para indivíduos pertencendo ao mesmo grupo etário como se referiu atrás. Considerando, no entanto, o princípio da maturação biológica no quadro do processamento da informação, assiste-se ao facto de os processos de controlo cognitivo serem modificáveis por particularidades do ambiente e, principalmente, pelo que estes determinam na capacidade de gerar novos modelos de representações mentais no indivíduo. Deste modo, não só as representações mentais poderão ser consideradas entidades plásticas, como também as estratégias cognitivas, quer pela natureza de desenvolvimento da representação de conhecimento e em função do próprio processo de aprendizagem, que descreve, assim, um sistema adaptativo a operar em diferentes escalas de tempo e provavelmente em diferentes níveis de representação. Supondo a sobreposição de tarefas no decurso da actividade cognitiva ao nível do sistema de controlo ou no quadro evolutivo genético que acompanha, também ele, os processos anteriores.

Neste sentido a mente é, enquanto sistema de processamento das sequências de representação, uma entidade plástica, adaptativa; e, de igual modo, a capacidade de construir a representação de conhecimento.

4

A representação do conhecimento é gerada através do processamento da informação que dá entrada nas fontes de recepção e percepção humanas, sendo codificada no quadro da actividade de processamento e armazenada na memória a longo prazo.

O modelo de processamento da informação é composto por:

- i) Receptores sensoriais através dos quais é operado o registo dos estímulos externos. No domínio da Tecnologia Educativa estes estímulos são apresentados por diferentes materiais de informação e comunicação como a imagem fixa, os gráficos, o som, o vídeo, as interfaces das aplicações informáticas incluindo as aplicações multimedia e hipermedia.
- ii) Percepção —caracterizada como uma fase inicial do processamento— e que transforma a informação em objectos e características de objectos, desempenhando este componente a função de determinar o potencial valor da informação, a qual permite ao sistema cognitivo a direcção da atenção e a determinação do esforço. A percepção apresenta-se assim como uma condição e estado inicial da aprendizagem, referindo Gagné (Gagné & Merrill, 1990) a necessidade de perceber o que vai ser aprendido, sendo a percepção uma parte do acto completo de aprendizagem. A percepção deverá ser encarada no desenvolvimento de aplicações informáticas e suportes de comunicação em Tecnologia Educativa como um processo activo e

construtivo conduzido pelo aluno, na medida em que este opera sobre a informação que lhe é apresentada podendo seleccioná-la e compará-la com a base de representação na memória, e operar o seu reconhecimento, ou em alternativa procurar nova selecção de informação na fonte. Neste sentido, as características de organização e apresentação da informação na comunicação educativa poderão ser determinantes para a condução desta fase inicial de processamento cognitivo na aprendizagem.

- iii) Memória a curto prazo que é considerada um sistema de capacidade limitada no qual a informação é mantida por breves momentos. Segundo as concepções actuais este componente do sistema de processamento é constituído por duas formas de memória: a memória a curto prazo e a memória de trabalho. Esta última opera a codificação da informação a ser enviada para a memória a longo prazo e será tratada especificamente mais adiante.
- iv) Memória a longo prazo que suporta as representações de conhecimento. A aquisição de conhecimento e os meios para a utilização deste conhecimento ocorrem nos subsistemas de armazenamento e evocação da memória a longo prazo.

A representação da informação na base de conhecimento—memória a longo prazo— é, dum modo geral, aceite sob a forma de redes semânticas de proposições (Gagné et al.,1987), variando de indivíduo para indivíduo em função: i) da quantidade ou volume de informação codificado na memória; ii) das ligações estruturais ou tipos de organização da informação; e, iii) da acessibilidade da informação que envolve as estratégias cognitivas usadas na actividade mental do indivíduo na evocação, na resolução de problemas e na criatividade, (Tennyson 1990a).

Gagné (Gagné & Merrill,1990) refere a codificação semântica da informação como condição para o seu armazenamento na memória a longo prazo apresentando-se assim como um dos aspectos do processamento da informação.

O modelo conceptual de representação das estruturas de conhecimento estende-se desde as simples redes associativas e as redes complexas de informação com especificação das relações entre vários factos ou acções até à representação estruturada (teoria do schema). Por outro lado, as condições de aquisição da informação e as formas de desenvolvimento e armazenagem implicam diferenciação no sistema de representação e memória.

A diferenciação é desenvolvida a partir do conhecimento declarativo e procedimental enfatizando a concepção e organização da memória em torno desta distinção, (Squire,1986; Rosenweig, 1986), e apresenta-se num corpo de considerações sobre um sistema de memória múltiplo que origina questões sobre o tipo e o modo de representação do conhecimento em cada sistema, e sobre o processo através do qual o conhecimento armazenado num dado sistema de representação se pode tornar disponível para um outro.

Num estudo sobre a preservação da aprendizagem e a aquisição de competências de leitura Squire (1986) refere que os resultados empíricos obtidos apresentam a

distinção entre a informação baseada em desempenhos ou procedimentos e a informação com base em factos ou episódios. Esta distinção reflecte uma abordagem mais consistente das estruturas cognitivas, em particular, dos mecanismos de processamento das representações de conhecimento (Shuell, 1986).

Aspectos reminiscentes desta concepção encontram-se no debate entre o condicionalismo clássico e o condicionalismo operante, representando uma ou duas formas de aprendizagem; a aprendizagem através de estímulos funcionais ou estímulos nominais de Shuell (1969); o conhecimento proposicional e o conhecimento algorítmico de Greeno (1973); o conhecimento procedimental e o conhecimento declarativo de Winograd (1975); os diferentes tipos de aprendizagem de Gagné (1985), incluindo as formas de aprendizagem complexa como a aprendizagem de conceitos e a resolução de problemas.

O desenvolvimento da distinção entre vários tipos de representação de conhecimento é patente na concepção de modelos de aprendizagem orientados para a organização da memória como o modelo de aprendizagem analógica de Rumelhart & Norman (1981); modelos orientados para os sistemas de recuperação da informação (Shuell, 1986); ou ainda um modelo que explicita a aquisição (aprendizagem) e utilização (pensamento) do conhecimento, e os processos metacognitivos (Tennyson, 1990a, b).

O papel central da representação de conhecimento na aprendizagem supõe, na modelagem de qualquer processo cognitivo, a identificação e decisão sobre qual é a parte do sistema de representação que constitui o "processo" da que refere o "conteúdo", (Rumelhart et al., 1981).

Com base nesta identificação as estruturas de representação estão organizadas em ordem aos processos (ou procedimentos) envolvidos na aquisição do conhecimento (—conhecimento procedimental), ou como um sistema que procura ter o menor número possível de processos orientados e que acentua os conteúdos (—conhecimento declarativo).

Se ambos os sistemas declarativo e procedimental podem ser concebidos através de representações sob a forma de redes proposicionais, a diferença entre estas reside na capacidade do sistema em aceder ao conhecimento na própria rede ou base de conhecimento. O conhecimento com base em regras ou capacidades supõe um desempenho específico e predizível, enquanto o conhecimento declarativo proposicional permite a possibilidade de formar o sentido geral de um conjunto qualquer de ideias. O processamento diferenciado das representações apresenta implicações directas na aprendizagem, quer no plano da actividade cognitiva, quer também na concepção e desenvolvimento de ambientes de aprendizagem, na medida em que apresentam diferentes características no processamento da informação, na forma de organização da representação no sistema de memória e nos processos de evocação e transferência utilizados.

5

A evidência na distinção entre sistemas de representação de conhecimento reflecte a codificação diferenciada e a afectação de redes de memória específicas na actividade de processamento da informação. O problema da codificação é apresentado na concepção de memória de trabalho de Hitch (1980). Para este autor, a memória a curto prazo deverá ser considerada preferencialmente como um sistema de memória de trabalho contendo os diferentes componentes: i) um processador central responsável pelo processamento de uma quantidade limitada de qualquer tipo de informação e que controla a actividade do sistema; ii) a memória a curto prazo dedicada ao processamento de informação visual e espacial; iii) a memória a curto prazo para o processamento da informação verbal.

Esta concepção da organização da memória a curto prazo apresenta a evidência do conceito de processamento paralelo e não exclusivamente serial na actividade cognitiva. Johnson-Laird, (1989), afirma que este modelo e a teoria de processamento de Broadbent, sugerem que vários sistemas de processamento possam operar sobre a mesma informação ao mesmo tempo.

Tennyson (1990a) introduz para além da distinção entre conhecimento declarativo e procedimental, o sistema de conhecimento contextual que caracteriza como constituindo as formas de organização e acessibilidade da base de conhecimento. Este sistema de memória contextual é governado por critérios de selecção os quais permitem desenvolver as conexões apropriadas na rede da base de conhecimento preenchida por entidades sob as formas declarativa e procedimental.

6

No decurso desta exposição sobre o modelo de processamento de informação observou-se o papel da metáfora computacional no desenho do paradigma de processamento. Curiosamente, e num sentido inverso, é o próprio paradigma de processamento que se apresenta como metáfora no desenvolvimento de sistemas de mediatização de informação e comunicação aplicados à educação. Um dos aspectos mais evidentes deste procedimento é formado pela tecnologia hipertexto aplicada na concepção e desenvolvimento de cenários avançados de aprendizagem.

O conceito base da tecnologia hipertexto permite, no utilizador do sistema, um modelo de organização da informação sob forma não sequencial e linear. Deste modo, o utilizador dispõe duma colecção de informações sendo-lhe atribuída a tarefa de estabelecer as ligações entre as unidades de informação potenciando um modelo de aprendizagem orientado para a intuição e descoberta; ou, permitindo-lhe uma navegação fechada entre redes de informação hierarquizadas dedicadas quer a sistemas de consulta geral (multimedia) ou a sistemas que envolvem a aprendizagem, a utilização do conhecimento e o desenvolvimento de estratégias cognitivas de controlo como no caso da resolução de problemas.

A metáfora da concepção das redes de informação em hipertexto desenvolve-se em torno do conceito de rede semântica. Contudo, não segue exclusivamente o princípio

atrás enunciado da representação semântica proposicional e, tal como no modelo de processamento na memória de trabalho, na qual se encontram sistemas de processamento dedicados à informação verbal e à informação visual, a rede hipertexto segue esta última analogia permitindo a representação sob as duas formas. Se inicialmente a metáfora se desenvolveu em torno do conceito de rede semântica — e do modelo proposicional— apresenta agora novos aspectos decorrentes das redes dedicadas à imagem, como se pode observar em particular nos actuais desenvolvimentos das aplicações HyperCard ou ToolBook. É neste quadro que o sistema hipertexto pode ser considerado como uma rede multidimensional, ou uma metáfora das concepções de processamento cognitivo paralelo, formalizada por sistemas de representação de imagem, vídeo, som e palavra, dispondo de possibilidades de ligação entre cada sistema de representação e também de facilidades de transferência da informação de uma para outra rede distinta.

“Este estilo de apresentação, quando usado numa forma disciplinada, é extremamente proveitoso em educação. O autor pode reconhecer o agrupamento das mensagens e as ligações explícitas das ideias num documento preparado. De igual forma, os contextos de apresentação podem ser também conhecidos. “Os leitores” podem examinar as ideias segundo formas de acordo com as suas próprias competências e bases de conhecimento, mesmo que tenham aceite sugestões dos autores em detrimento de modos preferenciais de exploração. É um facto, que estes novos modos de expressão e compreensão não serão imediatamente absorvidos na utilização formal, se bem que apresentem modos de representação que são provavelmente mais similares aos do processo de pensamento humano do que a disposição espacial proporcionada por páginas e páginas de papel.” (Hooper, 1990, pp. 13-14).

Assim em vez de seguir uma concepção centrada no princípio da representação na base de conhecimento na memória a longo prazo —que corresponde à metáfora inicial— apresenta-se como uma arquitectura próxima da memória de trabalho.

Alguns aspectos que consideramos serem os mais evidentes a favor desta concepção podem ser enunciados do seguinte modo: i) organização multidimensional das redes de informação hipertexto e a sua relação com os componentes distintos para processamento na MT; ii) tratamento hipertexto da informação e ligação desta em redes tipificadas de imagem, vídeo, som ou palavra e o esforço da MT na codificação da informação e da sua transferência para a memória a longo prazo; iii) a interacção avançada hipertexto, definida como uma mútua e dinâmica troca de informação (imagem vídeo, som e palavra), operada em tempo real entre o sistema e o utilizador (aluno) e a capacidade limitada da MT no processamento e evocação de informação (visual e verbal) da base de conhecimento do indivíduo.

7

A relação de interdependência conteúdo (informação) e contexto é, no desenvolvimento de aplicações hipertexto, particularmente sujeita a exploração em educação. A natureza organizacional da tecnologia hipertexto permite evidenciar este aspecto na apresentação da informação ao utilizador, quer através da representação não linear e multidimensional da informação nas redes hipertexto ou na definição de contextos de utilização da informação, introduzindo assim critérios para a adequação do conhecimento a um dado domínio ou estrutura. Este aspecto redimensiona o desenho da aprendizagem orientada para a concepção de ambientes nos quais o aluno não só processa a aprendizagem mas incrementa também o desenvolvimento de estratégias cognitivas de controlo como identificação e selecção de conceitos, regras e princípios, transferência e utilização do conhecimento.

"Saber quando e porquê" constitui o sentido da relação de interdependência emergente da manipulação hipertexto de objectos de conhecimento.

8

Pretendeu-se abordar a tecnologia hipertexto no quadro duma concepção alternativa à analogia das redes semânticas implicando as redes hipertexto no quadro da actividade de processamento ao nível da memória de trabalho. Procurou-se assim evidenciar a natureza multidimensional da representação hipertexto (em redes de imagem, vídeo, som e palavra) e da sua relação, no quadro do processamento de informação, com a arquitectura da memória de trabalho, em particular com o princípio dos processadores diferenciados (visual e verbal). Esta concepção retoma alguns dos conceitos iniciais da tecnologia hipertexto de entre os quais se destaca o de ferramenta para o "desenvolvimento do intelecto humano". A interacção multidimensional com a informação das redes nas aplicações educativas em tecnologia hipertexto apresenta-as como sistemas que permitem estimular o desenvolvimento da descoberta e da criação no processo de aprendizagem.

REFERÊNCIAS

- Allport, A. (1980). Patterns and Actions: Cognitive Mechanisms Are Content-Specific. In G. Claxton (Ed.), *Cognitive Psychology*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Friedman, S. & Cocking, R. (1986). Instructional Influences on Cognition and on the Brain. In S. Friedman, K. Klivington & R. Peterson (Eds.), *The Brain, Cognition and Education*. London: Academic Press.

- Gagné R. M. & Merrill, D. (1990). The Cognitive Psychological Basis for Instructional Design. In D. Twitchell (Ed.), Robert Gagné and David Merrill In Conversation nº 6. *Educational Technology*, XXX (12), 35-46.
- Gagné, R. M. (1985). *The Conditions of Learning* (4th ed.). New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Gagné, R. M. & Glaser, R. (1987). Foundations in Learning Research. In R. M. Gagné (Ed.), *Instructional Technology: Foundations*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates
- Greeno, J. G. (1973). The Structure of Memory and the Process of Solving Problems. In R. L. Solso (Ed.), *Contemporary Issues in Cognitive Psychology*. New York: Wiley.
- Hitch, G. (1980). Developing the Concept of Working Memory. In G. Claxton (Ed.), *Cognitive Psychology*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Hooper, K. (1990). HyperCard: A Key to Educational Computing. In S. Ambron & K. Hooper (Eds.), *Learning with Interactive Multimedia*. Redmond: Microsoft Press.
- Jonhson-Laird, P. N. (1989). *The Computer and the Mind*. London: Fontana Press.
- Klivington, K.A.(1986). Building Bridges among Neuroscience, Cognitive Psychology, and Education. In S. Friedman, K. Klivington & R. Peterson (Eds.), *The Brain, Cognition and Education*. London: Academic Press.
- Langley, P. & Simon, H. A. (1981). The Central Role of Learning in Cognition. In J. R. Anderson (Ed.), *Cognitive Skills and Their Acquisition*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- Miller, G. A. , Galanter, E. & Pribram, K. H. (1960). *Plans and the Structure of Behaviour*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Pask, G. & Curran, S. (1982). *Microman, How Computers Revolutionize Our Lives*. London: Century Publishing.
- Pask, G. (1970). *Uma Introdução à Cibernética*. Coimbra: Arménio Amado, Editor, Sucessor. (Tít. orig., *An Approach to Cybernetics*. London: Hutchinson & Co., 1961).
- Rosenweig, M. R. (1986). Multiple Models of Memory. In S. Friedman, K. Klivington & R. Peterson (Eds.), *The Brain, Cognition and Education*. London: Academic Press.
- Rumelhart, D. E. & Norman, D. A. (1981) Analogical Process in Learning. In J. R. Anderson (Ed.), *Cognitive Skills and Their Acquisition*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- Shuell, T. J. (1969). Clustering and Organization in Free Recall. *Psychological Bulletin*, 72, 353—374.
- Shuell, T. J. (1986). Cognitive Conceptions of Learning. *Review of Educational Research*, 56 (4), 411—436.
- Squire, L. R. (1986). Memory and the Brain. In S. Friedman, K. Klivington & R. Peterson (Eds.), *The Brain, Cognition and Education*. London: Academic Press.
- Tennyson, R. D. (1990a). A Proposed Cognitive Paradigm of Learning for Educational Technology. *Educational Technology*, XXX (6), 16-20.
- Tennyson, R. D. (1990b). Integrated Instructional Design Theory: Advancement from Cognitive Science and Instructional Technology. *Educational Technology*, XXX (7), 7-16.
- Vega, M. (1984). *Introducción a la Psicología Cognitiva*. Madrid: Alianza Editorial.
- Winograd, T. (1975). Frame Representations and the Declarative—Procedural Controversy. In D. G. Bobrow & A.M. Collins (Eds.), *Representation and Understanding Studies in Cognitive Science*. New York: Academic Press.

TRAITEMENT DE L'INFORMATION, HYPERTEXTE ET EDUCATION

Résumé

Cet article on analyse le paradigme de traitement de l'information à travers le rôle de l'analogie computationnelle et de ses implications dans le processus d'acquisition et de représentation de la connaissance. Sur la base de la conception de traitement cognitif parallèle et de la distinction entre représentations déclaratives, de procédés et contextuelles, on propose un abordage alternatif de la métaphore de développement de la technologie hypertexte en éducation.

INFORMATION PROCESSING, HYPERTEXT AND EDUCATION

Abstract

This paper analyses the human information processing paradigm through the computing analogy. Based on cognitive parallel processing and the distinction between declarative, procedural and contextual knowledge representations, the author suggests an alternative approach to the development of the hypertext technology metaphor in education.