

**Director**

José Pacheco de Carvalho

**Redacção**

Júlio Marques

Paulo Lopes

Sérgio Saraiva

**Colaboradores**

Paulo Dias

Manuel Joaquim Saraiva

Rogério Paulo J. Berrincha

João José Serra Cleto

Joaquim Ferreira de Almeida

Teresa Russinho

**Agradecemos a colaboração de:**

Serviços Gráficos da UBI

**Tiragem:**

400 exemplares

**Propriedade:**

Projecto MINERVA - Pólo da UBI

**Distribuição gratuita**

Este número não pode ser vendido.

## ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| Editorial .....   | 3  |
| Tecnologia Hipertexto: contributos para o desenvolvimento de aplicações em educação ..... | 5  |
| A Aprendizagem das Demonstrações Matemáticas em Aulas com Computadores .....              | 13 |
| Uma Aula de Matemática com o Computador .....   | 18 |
| Entrevista com João Santos Afonso — Minerva - Fundão ...                                  | 21 |
| Projecto MINERVA na Esc. Sec. Campos Melo .....   | 23 |
| Modalidades de Avaliação? Que Prática Possível? .....                                     | 24 |
| Subsídios para a Formação de uma Consciência Crítica no Aluno .....                       | 29 |
| As Excepções .....  | 33 |
| Parar é Morrer .....  | 34 |

# TECNOLOGIA HIPERTEXTO: CONTRIBUTOS PARA O DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÕES EM EDUCAÇÃO

Paulo Dias\*

Instituto de Educação da Universidade do Minho

## Sumário:

*O presente artigo surge na sequência do seminário realizado pelo autor no Pólo do Projecto Minerva da Universidade da Covilhã, em Março de 1992, sob o tema tecnologia hipertexto em educação.*

*Apresenta-se um resumo das concepções base da tecnologia hipertexto, as suas origens, e principais linhas de desenvolvimento na produção de aplicações educativas a partir da plataforma de software aberto HyperCard.*

*Particular relevo é dedicado ao princípio da representação multidimensional, o desenvolvimento hipermedia a partir da tecnologia hipertexto, e a interação aluno/sistema segundo o princípio do "diálogo".*

## 1 A Tradição Hipertexto

Hipertexto é uma tecnologia para armazenagem não sequencial da informação. Ao contrário das bases de dados tradicionais, a tecnologia hipertexto baseia-se no conceito de navegação associativa entre as unidades de informação.

Vannevar Bush apresentou os princípios desta tecnologia em 1945 no seu artigo "As We May Think", como refere Hooper (1990). Sugeriu então que deveria existir uma ferramenta que pudesse aumentar as capacidades de memória e pensamento, e que permitisse também o acesso à informação armazenada no computador segundo os modelos de desempenho da memória humana como, por exemplo, a associação entre ideias e a navegação entre materiais relacionados.

O termo Hipertexto foi criado nos anos 60 por Ted Nelson, que conjuntamente com Douglas Engelbart desenvolveram estas ideias básicas. A nova designação pretendeu estabe-

lecer o princípio da não linearidade na concepção de sistemas de armazenamento de informação, permitindo que mesmo nas grandes bases de dados os materiais de informação fossem acessíveis de forma flexível e intuitiva para o utilizador (Carr, 1988).

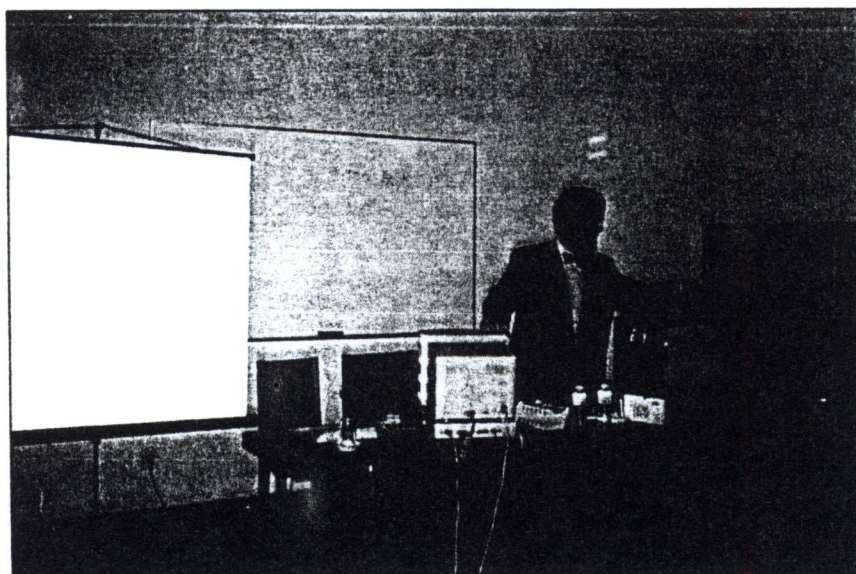
Douglas Engelbart expandiu estes conceitos desenvolvendo modelos de trabalho aplicados aos sistemas informáticos, dos quais se destacam: o conceito do computador como uma ferramenta para o "desenvolvimento do intelecto humano" e o "trabalho colaborativo".

## 2 Hipertexto e Educação

Um aspecto central na abordagem da comunicação educativa é constituído pelo desenvolvimento do processo de interacção entre professor e aluno, e entre aluno e conhecimento curricular. Definindo o conhecimento curricular como o corpo de conhecimento que é proposto ao aluno pela escola, fácil será observar que a posição do professor no processo educacional

se estabelece como veículo desse conhecimento. No entanto, o professor não actua só como simples veículo mas também como um filtro cultural do chamado conhecimento curricular. Por outro lado, a passagem da mensagem didáctica para o aluno depende do grau de interacção estabelecida entre o professor e aquele. Depende também do tipo e qualidade dos sistemas de representação que o professor utiliza na comunicação dirigida ao aluno (Dias, 1992).

O processo de desenvolvimento da interacção na relação de comunicação educativa implica mutuamente o professor e o aluno na compreensão profunda da percepção do mundo (Berlo, 1982).



Esta concepção evidencia que os sistemas e códigos de representação utilizados pelo professor, nem sempre serão os mais adequados para cumprir um dado objectivo comunicacional se não considerarem os modelos mentais do aluno com os quais irá interagir. Por outro lado, reflecte também o facto de não serem sistematicamente observados os estilos e sentidos individuais de aprendizagem e exploração dos cenários de conhecimento que são propostos ao aluno, por constrangimentos naturais à organização dos modelos não multidimensionais.

O sentido de exploração do aluno é, no

cenário hipertexto, fortemente multidimensional, ao contrário do que se apresenta nos sistemas correntes de organização do conhecimento em educação.

No quadro da solução hipertexto, a comunicação apresenta-se ligada ao conceito de "navegação", operada pelo utilizador, e descreve o nível de interacção com o aluno e as unidades de informação que constituem o sistema. A relação desenvolvida expande-se do plano imediato de inter-relação entre indivíduos com o auxílio do computador (o sentido de potenciação mediática da comunicação em Mac Lhuan) para a interacção com o próprio sistema de informação suportado pelo computador (Dias, 1992).

A interacção avançada com o sistema hipertexto é apresentada por alguns autores sob a forma de uma transacção que incrementa a aquisição de um ou mais modelos mentais no aluno (Jones, Li & Merrill, 1990; Merrill, Li & Jones, 1992). A transacção, enquanto forma avançada da interacção aluno máquina é definida como uma mútua e dinâmica troca de informação operada em tempo real entre o sistema e o aluno.

Devemos referir que a tecnologia hipertexto se baseia na abertura da exploração do sistema pelo utilizador, o que significa em

termos teóricos que não existe uma pré-especificação rígida de níveis, modelos e rotinas de exploração realizados pelo aluno. No entanto, Spiro, Feltovich, Jacobson & Coulson (1991), referem a "procura de um meio termo" entre a pré-especificação rígida e a não estruturada, acentuando a necessidade de introduzir *orientadores simples* ou *marcas iniciais de pesquisa*, as quais sem anularem a arquitectura aberta de representação do sistema, favorável ao sentido de descoberta e diálogo, permitem ao aluno proceder a navegações significativas entre as unidades de informação.

Este tipo de orientadores apresenta-se, com particular evidência, na construção das interfaces, também referidas como interfaces do domínio de utilizador. A noção de modelos conceptuais elaborados pelo utilizador, definidos como representações mentais e dependentes do conhecimento prévio que o utilizador possui (Norman, 1986; Coutaz, 1990), constitui ainda uma das abordagens para a concepção de interfaces orientadas para a especificidade da interacção espacial ou multidimensional que caracteriza os ambientes hipertexto e sua aplicação hipermedia.

Neste sentido, as interfaces gráficas de aplicações/sistemas de autor hipermedia, como o HyperCard (desenvolvido a partir da tecnologia hipertexto), desempenham um papel demasiado importante na relação utilizador/sistema, na medida em que permitem a construção de uma interacção equivalente à do diálogo aluno/professor, apresentando-se a interface como uma metáfora do diálogo, e envolvendo também, o aluno, no contexto da aprendizagem, estimulando a reflexividade e o conhecimento sobre o próprio processo de criação (Language Development & Hypermedia Research Group, 1992).

A transferência do modelo organizacional da representação hipertexto para a concepção da interface do domínio de utilizador, apresenta-a como metáfora multidimensional do mundo,

que permite ao utilizador a exploração do mundo virtual hipermedia, formado por diferentes sistemas de representação de conteúdos inter-ligados como a imagem, o video, o som ou os grafismos.

### 3 "Software aberto" em educação

O desenvolvimento de software em educação a partir de plataformas hipertexto tem conhecido um constante aumento. O HyperCard, e mais recentemente o ToolBook, são o exemplo de plataformas referidas como "software aberto". Caracterizam-se por se apresentarem basicamente vazias de conteúdos, dispondo de um conjunto de ferramentas de sistema que permitem ao utilizador a construção e desenvolvimento da aplicação.

Os desenvolvimentos em educação estendem-se em diferentes domínios, desde aplicações orientadas para a simples apresentação de informação, ambientes de aprendizagem, ou mesmo plataformas para sistemas inteligentes, utilizando os modelos cognitivos de representação de conhecimento e aprendizagem na concepção de um ambiente avançado para o aluno.

"Bubble Dialogue" criado pelo Language Development & Hypermedia Research Group (1992) baseia-se no modelo interaccional de diálogo e está orientado para o desenvolvimento da compreensão de objectivos e situações relevantes para a experiência escolar do aluno. Recorre à combinação de modelos e desempenhos de comunicação, e utiliza estratégias que incluem o diálogo reflexivo entre indivíduos e a criação de banda desenhada como suporte do diálogo entre os utilizadores. Spiro et al., (1991, p.22) apresentam um desenvolvimento da teoria da flexibilidade cognitiya aplicada à construção sistemática não linear e multidimensional de ambientes informáticos de aprendizagem, designado por "Cognitive Flexibility Hypertext". Este modelo baseia-se no papel central das múltiplas

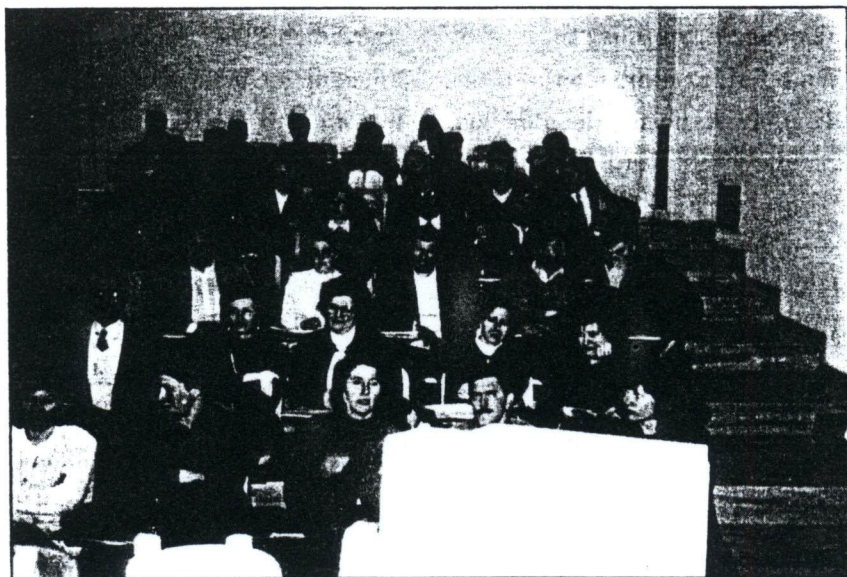
representações de conhecimento como forma de evidenciar a interdependência conteúdo-contexto necessária no processo de compreensão e geração dum vasto repertório de formas de construção de modelos de representação e análise em educação.

Gustafson & Reeves (1990) apresentam uma plataforma construída em HyperCard (IDioM), dedicada ao desenvolvimento e organização curricular, à qual se pode associar um sistema perito. O recurso a conceitos de organização curricular, o planeamento de cursos interactivos de formação, o aumento da

sistema de representação cognitiva de conhecimento.

A partir desta concepção rapidamente se desenvolveu a relação entre redes semânticas e redes hipertexto.

Neste sentido, a unidade de informação hipertexto, representada em HyperCard pelo cartão, constitui o nó da rede, ou a representação do conceito, sendo as ligações entre cartões uma representação das relações entre conceitos na rede, tal como se apresenta através de conceitos/cartões e das suas relações representadas pelos arcos/ligações em HyperCard.



eficiência na concepção do currículo e a identificação de conteúdos relevantes para audiências específicas são alguns dos objectivos principais de IDioM.

#### **4 A analogia hipertexto das redes de representação de conhecimento**

Como já referimos, o conceito central no qual se baseia a tecnologia hipertexto é representado pela possibilidade de navegação através das ligações entre as unidades de informação que formam a base de conhecimento.

Numa primeira abordagem deste tema, é relevante observar o papel das ligações entre unidades de informação como uma metáfora do

Um segundo aspecto, também relevante nesta metáfora, é a possibilidade de estabelecer hierarquias de classes dentro da organização hipertexto. Esta possibilidade permite estabelecer pré-especificações no sistema, formalizadas, por exemplo, através das rotinas de navegação do utilizador.

A importância da representação múltipla, atrás referida na CFH, para a compreensão e aprendizagem de conceitos é particularmente considerada no ambiente HyperCard, quando se observam as redes de ligação como meios de acesso a outros sistemas de dados como a imagem e o som armazenados em CD-ROM ou CDI.

O exemplo do *mapa* e do *território*

apresentado por Hooper (1990), ilustra em profundidade esta capacidade do sistema e da sua implicação no desenvolvimento de redes cognitivas não lineares e multidimensionais.

“O sentido desta distinção e complementaridade é o de que um conjunto de ideias pode ser bem apresentado em termos de um conceito abstracto (o mapa) e um exemplo específico (o território)” (Hooper,1990,p.11).

Esta arquitectura promove a geração de representações mentais no aluno, através da relação interaccional entre o objecto e as suas múltiplas representações em níveis diferenciados.

A capacidade de proceder a múltiplas representações, quando associado a periféricos como o CD-ROM ou o CDI, constitui um desenvolvimento da analogia inicial da rede semântica implicando-a na geração de sistemas de representação de conhecimento orientados para o conceito de objecto.

### **5 Sistemas de autor de base hipertexto: o HyperCard e a linguagem HyperTalk**

HyperCard é um poderoso sistema de autor que, através do seu elevado nível de interacção com o utilizador, permite a sua concepção como uma plataforma para desenvolvimento de programas quer através do conjunto de ferramentas para criação e edição de gráficos, texto e objectos HyperCard, quer também pela facilidade de envio de mensagens e definição de procedimentos para os objectos com a linguagem HyperTalk.

A capacidade de envolver na mesma aplicação diferentes tipos de materiais de representação como imagem e som digitalizados, animação e grafismos, a ligação a fontes externas de informação como o CD-ROM e o CDI, ou o simples gravador de vídeo, a par das facilidades de acesso e manipulação da informação pelo utilizador, transformam a aplicação num dos mais promissores sistemas de autor em educação.

A aplicação HyperCard, baseia-se em linguagens OOP como o Smalltalk e recentemente C++, incorporando conceitos da linguagem orientada para objectos e do modelo tradicional da rede semântica. Contudo, uma propriedade importante da concepção orientada para o objecto e que se distingue da rede semântica é a encapsulação que permite que os objectos contenham os próprios procedimentos que lhes permitirão desenvolver operações com a sua informação.

Ao contrário das linguagens tradicionais, a OOP considera todas as entidades do sistema como objectos que constituem simultaneamente a informação e o programa. Cada objecto controla a sua própria informação, sendo toda a alteração à sua informação solicitada por uma mensagem que lhe é dirigida. Ao objecto compete determinar como responder à mensagem. As particularidades da representação e manipulação da informação do objecto estão escondidas e separadas dos restantes objectos do sistema. Esta estrutura, designada por encapsulação, permite a construção de um sistema profundamente modular, que suporta alterações num objecto sem as tornar obrigatoriamente extensíveis aos restantes objectos do sistema.

Particularmente importante no contexto educacional é a característica modular que acentua a organização não linear e multidimensional dos conteúdos curriculares através do seu endereço a objectos claramente identificados no sistema. Isto é, são os objectos HyperCard que suportam a informação e que permitem, por outro lado, a sua manipulação.

Os objectos HyperCard são: botão, campo, cartão, fundo, pilha, pilha “home” e sistema HyperCard, que comunicam entre si através de mensagens.

O botão é a principal estrutura de navegação permitindo ligar entre si diferentes cartões; o campo é dedicado ao armazenamento de texto; o cartão corresponde ao écran e suporta os objectos campo e botão; o fundo é uma estru-

tura de suporte de objectos como o botão, o campo ou gráficos que afectam toda a pilha; a pilha é o conjunto de cartões e constitui um programa em HyperCard.

Uma mensagem é uma informação/sinal enviada para um objecto e que o informa de alguma acção ou acontecimento no sistema. As mensagens mais comuns são "mouseDown" e "mouseUp" que informam respectivamente do estado pressionado ou solto do botão do rato. Se existir um programa num objecto, por exemplo o botão, que informe o procedimento *navegar* quando o botão for pressionado, então a acção será executada aquando da ocorrência do estado declarado. Face à ausência de programação no referido botão, a mensagem percorrerá a hierarquia do sistema até ser interceptada por um objecto com capacidade para a interpretar.

O princípio da hierarquia, cujo sentido se desenvolve desde os objectos botão e campo até ao sistema, é apresentado na fig.1.

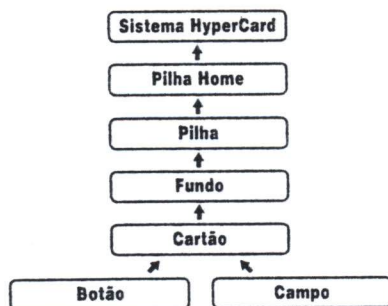


Fig. 1 Hierarquia dos objectos HyperCard  
(adaptado de Goodman, 1987, p.370).

O programa em HyperCard é designado por pilha e é formada por um ou mais cartões. O cartão é a unidade básica e corresponde a um écran do monitor. Nas versões 2 e seguintes as dimensões do cartão são manipuláveis. A pilha pode ser um programa autónomo ou, pelo contrário, pode constituir uma colecção de informação destinada a ser manipulada por outras pilhas.

Cada cartão pode conter diferentes ob-

jectos, como o botão ou campo de texto. O primeiro destes é usado para enviar mensagens ao sistema como navegar da pilha presente para outra, iniciar um dado procedimento, ou ainda enviar uma mensagem para um periférico. Sem pretender desenvolver a lista exaustiva das funções do botão, este objecto pode conter instruções específicas como executar cálculo sobre dados apresentados num campo, desenvolver animações, ou abrir um campo contendo ajuda ao utilizador.

O segundo objecto, o campo, é particularmente dedicado ao armazenamento de texto podendo ser editado segundo uma variedade de estilos adaptáveis ao objectivo do programa em desenvolvimento.

Seguindo a hierarquia do sistema, apresenta-se uma outra entidade designada por fundo. Para melhor exemplificar esta entidade recorreremos ao seguinte exemplo: se os cartões de uma pilha forem transparentes, como as folhas de acetato, quando sobrepostos sobre uma folha de papel com um desenho, disporão da capacidade de partilhar o mesmo fundo, qualquer que seja o cartão consultado. Ao colocar nova folha de papel com novo desenho passaremos a dispôr de dois fundos, estando este último disponível para as folhas transparentes que se encontram a partir da segunda folha de papel. Este aspecto particular da relação entre os cartões e o fundo possui implicações imediatas na concepção da pilha.

A primeira, é de ordem gráfica e considera a organização visual do écran relativamente a aspectos comuns a todos os cartões ou a grupos específicos de cartões.

A segunda, considera os botões e campos que podem ser comuns a todos os cartões da pilha, sendo para esse efeito criados em fundo, ou pertença de cartões específicos, e deste modo criados no próprio cartão.

Um último ponto a analisar é relativo à estrutura das mensagens que podem ser enviadas entre os objectos HyperCard.

A mensagem é composto por um guião disponível em cada objecto, desde o botão à pilha, ao qual se acede a partir do nível programação em preferências do utilizador. Cada linha do guião é uma instrução e estas são constituídas por comandos, funções ou parâmetros, que passámos a ilustrar de modo sucinto.

No seguinte guião é apresentado um comando de navegação:

```
on mouseUp
  go to next card
end mouseUp
```

O comando é **go to** e o parâmetro é **next card**.

As funções apresentam alguma resposta do sistema como se observa no seguinte guião:

```
on mouseUp
  put the date into field "Data"
end mouseUp
```

O comando é **put**, a função pedida é **the date**, e o parâmetro é **field "Data"**.

Os parâmetros são advérbios para os verbos (comandos) HyperTalk.

```
on mouseUp
  beep 5
end mouseUp
```

O parâmetro é **5** e o comando é **beep**.

A realização de um procedimento que afecta toda a pilha deverá ser escrito no guião da pilha:

```
on openStack
  hide menuBar
end openStack
```

Este guião tem por função esconder a barra de menus sempre que a pilha for aberta pelo utilizador final, o qual deve desenvolver a interacção com a aplicação a partir das

interfaces criadas para o efeito, como os botões de navegação.

Contudo, a definição de mensagens entre os objectos HyperCard, pode também ser realizada no modo autor, ou nível 4 em preferências de utilizador, não pela escrita directa em HyperTalk dos guiões dos objectos que se pretendem manipular, como se observou nos exemplos anteriores, mas através das ferramentas de sistema (ícones e menus) que permitem de um modo directo e intuitivo a criação e ligação de objectos entre si, como um botão a um cartão específico, ou a manipulação gráfica do botão ou do campo de texto. Este modo de desenvolvimento transforma o contacto inicial com a programação em HyperTalk acessível à grande maioria de utilizadores, permitindo-lhes num curto espaço de tempo a construção de protótipos de aplicações hipermedia em educação.

### Conclusão

*A aplicação da tecnologia hipertexto no desenvolvimento de aplicações educativas permite acentuar a relação conteúdo-contexto, tornando acessível ao autor da narrativa hipermedia a formalização de um ambiente de interacção aluno/sistema equivalente ao diálogo aluno/professor, favorável ao envolvimento do aluno no contexto da aprendizagem, estimulando a reflexividade, e o conhecimento sobre o próprio processo de criação e descoberta.*

*Por outro lado, a capacidade de representação multidimensional é, talvez, a principal característica destas plataformas de software aberto, cuja importância no plano educacional se afigura cada vez mais definida, a partir do momento em que permite, a um grupo alargado de utilizadores/autores, disporem de uma ferramenta para a manipulação informática dos diferentes tipos de informação — imagem, vídeo, som, gráficos — em educação, nos domínios*

da gestão, da apresentação electrónica, da simulação ou da resolução de problemas em ambientes avançados de ensino-aprendizagem.

A programação icónica, a par da capacidade de representação multidimensional, transforma estas plataformas de aprendizagem em laboratórios abertos, onde os primeiros

programas podem ser realizados através de simples operações de copiar e colar botões, campos e ícones, a partir de pilhas de instrumentos, introduzindo o utilizador nos conceitos principais de organização da informação em hipertexto através da experimentação.

#### B I B L I O G R A F I A:

- Berlo, D. K., (1982). *O Processo de Comunicação* (4ª ed.). São Paulo: Martins Fontes Editora Lda. (Tít. orig. *The Process of Communication*. N.Y.: Holt, Rinehart & Winston, 1960).
- Carr, C. (1988). Hypertext: A New Training Tool? *Educational Technology*, xxiii (8), 7-20.
- Coutaz, J., (1990). *Interface Homme-Ordinateur: conception et réalisation*. Paris: Dunod
- Dias, P., (1992). Que Direcções para a Interacção na Comunicação Multimedia. *Informática & Educação*, nº 3 Fevereiro, pp.56-61.
- Goodman, D., (1987). *The Complete HyperCard Handbook*. Toronto: Bantam Books.
- Gustafson, K.L. & Reeves, T., (1990). IDioM: A Platform for a Course Development Expert System. *Educational Technology*, xxx (3), pp. 19-25.
- Hooper, K. (1990). HyperCard: A Key to Educational Computing. In Ambron, S. & Hooper, K. (Ed.), *Learning With Interactive Multimedia: developing and using multimedia tools in education*. Redmond: Microsoft Press.
- Johnson-Laird, N.P., (1989). *The Computer and the Mind*. London: Fontana Press.
- Jones, M. K., Li, Z. & Merrill, M. D., (1990). Domain Knowledge Representation for Instructional Analysis. *Educational Technology*, xxx (10), pp.7-32
- McMahon, H., O'Neill, B., Quinn, A., Loughrey, D., Farren, S., Grey, B., Creighton, N. & Cunningham, D. (Language Development & Hypermedia Research Group), (1992). "Open" Software Design: A Case Study. *Educational Technology*, xxxii (2), pp.43-55.
- Merrill, M. D., Li, Z. & Jones, M., (1992). Instructional Transaction Shells: Responsibilities, Methods, and Parameters. *Educational Technology*, xxxii (2), pp. 5-26.
- Norman, D. & Rumelhart, D. E., (1981). Analogical Processes in Learning. In Anderson, J.R. (Ed.). *Cognitive Skills and Their Acquisition*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Norman, D.A., Draper, S. W., (1986). *User Centered System Design*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Spiro, R.J., Feltovich, P.J., Jacobson, M.J. & Coulson, R., (1991). 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*, xxxi (9), pp.22-25.

\* **PAULO DIAS** - Doutorado em Ciências da Educação na Especialidade de Tecnologia Educativa pela Universidade do Minho em 1990. É Prof. Auxiliar no Grupo Disciplinar de Tecnologia Educativa no Instituto de Educação da Universidade do Minho.