

Modelos Mentais

Nota Técnica

Dayse Mourão Arruda
daysemou@int.gov.br
Divisão de Gestão da Produção- DGEP
Instituto Nacional de Tecnologia

fevereiro/2003

Índice

I	Apresentação	3
II	Ciência Cognitiva - Breve Histórico	3
III	Representações Mentais	5
IV	Modelos Mentais	8
	IV.1 Conceitos Básicos	8
	IV.2 Justificativa para o Estudo de Modelos Mentais.	13
	IV.3 Metodologia de Pesquisa em Modelos Mentais	16
V.	Mapas Conceituais	18
	V.1 Conceitos Básicos	18
	V.2 Aplicação de Mapas Conceituais	20
	V.3 Etapas de Elaboração de Mapas Conceituais	21
VI.	Conclusão	22
	Referências	23

Modelos Mentais¹

I Apresentação

Este relatório tem como objetivo apresentar de forma resumida os principais conceitos relativos ao tema de modelos mentais. Discorreremos sobre sua definição, sua importância no contexto da psicologia cognitiva, possíveis metodologias de identificação dos modelos mentais, assim como resultados de algumas pesquisas baseadas nesta abordagem. É discutido também o uso de mapas conceituais como ferramenta de apoio a elucidação do modelo mental dos alunos.

II Ciência Cognitiva - Breve Histórico

Muitos dos questionamentos relacionados ao estudo da mente, ou ainda, da cognição, não são novos, na realidade, vêm sendo motivo de debates desde os filósofos gregos, há pelo menos 2.300 anos.

Platão, por exemplo, partia do princípio de que os objetos reais são um reflexo do que existe no "mundo das idéias", e que diante das coisas a alma se "recorda" do que já sabia "a priori".

Descartes, já no século XVII, considerava, também como Platão, que as idéias são inatas ao indivíduo, e não provenientes das experiências sensoriais. (Gardner, 1996, p.66).

John Locke, Hume e Berkeley posteriormente discordaram desta doutrina das idéias inatas e consideraram que o conhecimento

¹ Este trabalho foi realizado no escopo da Disciplina: Modelagem Cognitiva e Educação. UFRJ/NCE-dez/2002. Site da disciplina: http://www.ie2002.kit.net/turma_2002_nce_ufrj/

provém dos fatos objetivos e concretos percebidos diretamente pelos sentidos. Esta visão pode ser bem traduzida pela famosa metáfora de Lock, segundo a qual o intelecto pode ser comparado a uma "tábula rasa" no nascimento, ou seja, um quadro em branco, vazio.

Ao fim do século XVIII, Kant em sua obra, "Crítica da Razão Pura", procurou sintetizar estes dois pontos de vista. Aliás, esta oposição de idéias tem se repetido na filosofia ao longo dos últimos séculos. Por um lado temos o pólo *racionalista*, do qual fazem parte Platão e Descartes, que acreditam que o conhecimento é inato ao homem, por outro, temos os *empiristas*, como Locke, Hume e Berkeley que partem do princípio de que os processos mentais ou refletem impressões sensoriais externas ou são construídos com base nelas. (vide Vergez & Huisman, 1976 e Marcondes, 1997)

Mais modernamente, o *behaviorismo* (comportamentalismo) seguiu a linha do empirismo, postulando a impossibilidade de uma investigação científica dos processos mentais, orientando a psicologia na direção da investigação do comportamento objetivo e observável, reduzindo a mente a uma caixa preta, sendo que os únicos estudos válidos, referiam-se ao comportamento dos estímulos e respectivas respostas.

Com o advento do computador, e o crescente esgotamento da proposta behaviorista, já no final da década de 1950, podemos observar a consolidação da área de *psicologia cognitiva*, a partir da convergência de pesquisas em diversas áreas, tais como filosofia, psicologia, linguística computação e neurociências. Os cognitivistas tendem a adotar alguma forma de racionalismo ou uma mistura racionalismo/empirismo.

Os computadores digitais tornaram possível explicar o comportamento inteligente de um sistema complexo sem pressupor inteligência de cada um de seus componentes, a partir do paradigma do processamento de informação e da explanação do modelo computacional. Esta orientação teórica serve de base para as teorias cognitivas em geral. A visão da mente como um sistema de processamento de informação é o que caracteriza e unifica este campo de conhecimento.

Os pressupostos básicos da abordagem de sistemas de processamento de informação são: (Penso, pp. 4)

- uma pessoa constitui um ser autônomo interagindo com o mundo externo.
- A mente do indivíduo se constitui de um sistema de processamento de símbolos de propósito geral e que possui limitações estruturais e de recursos.
- Símbolos são manipulados por processos capazes de transformá-los em outros símbolos.
- O sistema de símbolos depende de um substrato neurológico.

III Representações Mentais

Em outras palavras, a hipótese central da psicologia cognitiva, é de que o funcionamento da mente é melhor traduzido em termos de *representações mentais* e de *procedimentos computacionais* que *operam* sobre estas representações. Os estudos cognitivistas mais recentes, compartilham deste pressuposto de que as pessoas não captam o mundo exterior diretamente, na realidade constroem

representações mentais dele. Esta crença de que a nossa relação com o mundo real é intermediada por representações internas já era defendida por Descartes.

O consenso em relação ao assunto, no entanto, chega apenas até este ponto, pois uma questão que ainda hoje é bastante controversa na psicologia cognitiva, discute se o conhecimento humano representado internamente é processado pela mente em termos de *representações proposicionais*, que são do tipo *digital*, ou sob a *forma de imagens*, que são *analógicas*. (Stilings et al. (1995), p. 341 e Moreira, 1996)

A imagem visual é o exemplo mais significativo *da representação analógica*, mas temos também as auditivas, táteis ou olfativas. As representações proposicionais por sua vez, são *tipo-linguagem*, mas não são frases em um certo idioma, não devem ser confundidas com a língua que se fala, trata-se de um linguagem própria da mente, não consciente, algo como um "mentalês". Aproveitando a metáfora da mente como um computador, podemos dizer que as representações proposicionais são equivalentes ao "código de máquina" da mente (vide Sousa e Moreira (2000, p. 226))

Estas duas formas de representação não devem ser vistas como categorias completamente estanques, mas sim como casos extremos de uma situação contínua, como podemos identificar no esquema montado por Sasse (1997, Cap. 3, p.2), apresentado na figura que se segue.

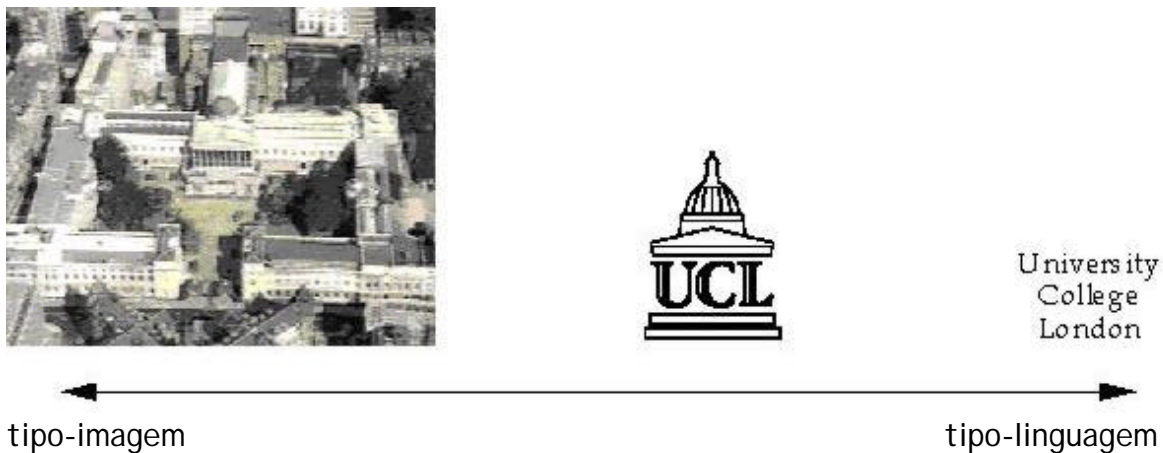


fig.1 - Distinção de categorias de representação do tipo-imagem e do tipo-proposicional Sasse (1997)

Atentos a este detalhe, podemos considerar as seguintes características para distinguir entre as duas categorias de representação: as *representações proposicionais* são *digitais*, *não icônicas*, *discretas* (suas unidades de representação são os fonemas), *arbitrárias* quanto ao que representam, ou seja, são organizadas segundo regras rígidas de mapeamento e sua conexão com o objeto representado pode ser completamente arbitrária. Já a *representação analógica* é *icônica*, *isomórfica* quanto ao que representa (ou seja, o mapeamento entre o fenômeno representado e sua representação não é arbitrário), e é *contínua*, ou seja, *holística* (sua unidade de representação é a própria figura como um todo).

Khella (2002, p. 3) exemplifica bem a natureza arbitrária da representação proposicional em contraposição ao isomorfismo propiciado pela representação analógica, quando cita o caso de uma criança que nunca viu um elefante, e estando ao lado deste possivelmente não o reconhecesse baseado apenas na descrição feita pela sua mãe, enquanto que reconheceria facilmente se

tivesse visto uma fotografia do animal ao invés da simples descrição.

Para alguns psicólogos cognitivos mesmo as imagens também são processadas proposicionalmente em "mentais" e portanto seria desnecessário considerá-las como uma categoria de representação mental distinta. Esta posição, de que as imagens podem ser reduzidas a representações proposicionais e executadas assim, é defendida pelos "proposicionalistas", enquanto que a corrente dos "imagistas" discorda da idéia.

IV Modelos Mentais

IV.1 Conceitos Básicos

Uma proposta alternativa, que abranda esta polêmica, é possível a partir da utilização do conceito de *modelos mentais*, e tem a vantagem de poder passar ao largo desta discussão sobre as imagens serem ou não processadas proposicionalmente.

O psicólogo Kenneth Craik foi quem primeiro postulou a idéia de modelos mentais no início da década de 40. Segundo Craik² (apud Johnson-Laird, 1998, p.1; Schwamb, 1990, p.4), a mente constrói modelos em pequena escala da realidade, que usa para se antecipar a eventos, raciocinar e embasar explicações. A disseminação do uso do conceito de modelos mentais ocorreu a partir de dois livros, de igual título ("Mental Models"), publicados respectivamente por Gentner e Stevens³ (apud Borges, 1997, p. 2) e Johnson-Laird (1983). Não existe uma uniformidade na definição do termo.

² Craik, K. (1943) *The Nature of Explanation*. Cambridge: Cambridge University Press.

³ Gentner, D. and Stevens, A.L. (1983). *Mental Models*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Neste texto vamos nos ater ao enfoque proposto por Johnson-Laird, mas vale citar uma interessante esquematização feita por Borges (1997) que hierarquiza as diversas conceituações de modelo mental, a partir de um núcleo central comum às definições de diversos autores e chegando às camadas mais "externas" e com pressupostos mais restritivos. Ou seja, as camadas mais externas acumulam as definições conceituais das camadas mais internas e acrescentam outras (vide fig. 2).

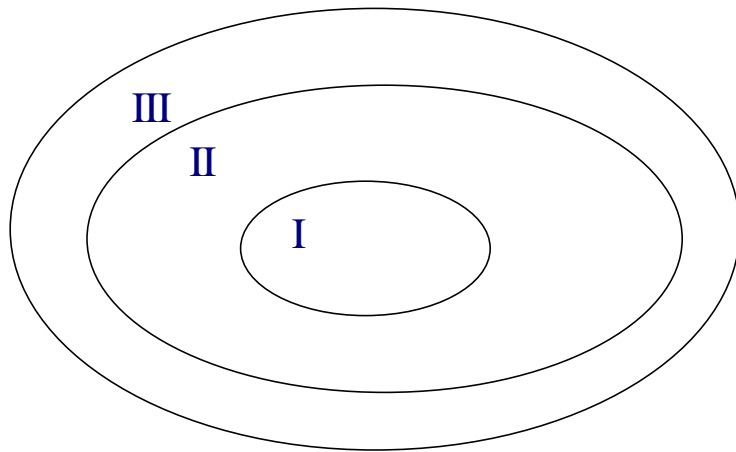


Fig 2. Esquematização das diferentes concepções de Modelo Mental.

I - O comportamento de uma pessoa é melhor explicado em termos do conteúdo de sua mente, dos conhecimentos e das crenças de tal pessoa, independente de quaisquer mecanismos mentais. (Gentner e Stevens², 1983; Shipstone⁴, 1985; Osborne⁵, 1983) apud Borges (1997, p. 4)

II - Acrescenta-se o pressuposto de que uma pessoa faz inferências e previsões manipulando seus modelos mentais, numa forma de simulação mental. (de Kleer e Brown⁶, 1981; Williams,

⁴ Shipstone, D. M. (1985). Electricity in simple DC circuits. In R. Driver, E. Guesne and A. Tiberghien (Eds.), Children's Ideas in Science. Milton Keynes, England: Open University Press (pp. 33-51).

⁵ Osborne, R. (1983). Towards modifying children's ideas about electric current. Research in Science and Technology Education, Vol. 1 (1), pp. 73-82.

⁶ de Kleer, J. and Brown, J.S. (1983). Assumptions and ambiguities in mechanistic mental models. In D. Gentner and A.L. Stevens (Eds.) Mental Models. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum (pp. 155-190).

Hollan & Stevens⁷, 1983) apud Borges (1997, p. 4)

III - Supõe que os modelos mentais são estruturalmente análogos aos sistemas que eles representam e que os mesmos tipos de modelos podem ser construídos através da percepção, da imaginação ou de leitura. (Johnson-Laird, 1983)
Abordagens de outros autores sobre modelos mentais, podem ser vistas em Schwamb (1990), Borges (1997) e Norman⁸ (1983).

As representações proposicionais, que são tradicionalmente definidas como "*representações mentais sob a forma de cadeia de símbolos em linguagem própria da mente*", conforme descrevemos inicialmente, são vistas por Johnson-Laird (1983) como sendo "*uma representação mental de uma proposição verbalmente expressável*". É esse critério de expressabilidade verbal que distingue sua definição daquela proposta por outros psicólogos cognitivistas.

Johnson-Laird (ibid; Souza & Moreira, 2000; Moreira, 1996) considera três tipos de representações mentais:

1. Representações Proposicionais

São representações de significados totalmente abstraídas e verbalmente expressáveis. São cadeias de símbolos que correspondem a linguagem natural e são *interpretadas em relação a modelos mentais*. Ou seja, uma proposição é considerada como verdadeira ou falsa à luz de um determinado modelo mental.

2. Modelos Mentais

São análogos estruturais de estados de coisas do mundo. Em outras palavras, um modelo mental é uma representação

⁷ Williams, M.D., Hollan, J.D. & Stevens, A.L. (1983). Human reasoning about a simple physical system. In D. Gentner & A.L. Stevens (Eds.) *Mental Models*. Hillsdade, NJ: Lawrence Erlbaum.

⁸ Uma tradução literal deste texto pode ser encontrada em: http://www.geocities.com/modelos_mentais/menu.htm. com o título: Algumas Observações sobre Modelos Mentais. Documento acessado em 2/12/2002

interna um tanto abstraída, que corresponde analogamente àquilo que está sendo representado, podendo ser visto de qualquer ângulo e que normalmente não retém aspectos distintivos de uma dada instância de um objeto ou evento.

3. Imagens

São representações bastante específicas que retêm muitos dos aspectos perceptivos de objetos ou eventos, olhados de um ângulo particular e com detalhes de uma determinada instância do objeto ou evento. Podemos considerar então, que as imagens correspondem ao modelo mental visto a partir de um dado ponto de vista.

Em virtude da importância da ideia de analogia nestes conceitos, Borges (1997, p.1) explicita que :

“Quando uma coisa é dita ser análoga a outra, implica que uma comparação entre suas estruturas é feita e a analogia é o veículo que expressa os resultados de tal comparação. Analogias são, portanto, ferramentas para o raciocínio e para a explicação. Um modelo pode ser definido como uma representação de um objeto ou uma idéia, de um evento ou de um processo, envolvendo analogias. Portanto, da mesma forma que uma analogia, um modelo implica na existência de uma correspondência estrutural entre sistemas distintos.”

A analogia do modelo mental pode ser total ou parcial (Eisenck e Keane⁹, apud Moreira, 1996, p.3), ou seja, o modelo mental pode ser totalmente analógico (imagístico) ou pode ser formado por representação parcialmente analógica e parcialmente proposicional.

⁹ Eisenck, M.W. e Keane, M.T. (1994). Psicologia cognitiva: um manual introdutório. Porto Alegre, RS: Artes Médicas. 490 p.

Lagreca & Moreira (1999) destacam que o *modelo proposicional* é diferente da *representação proposicional*. Quando usamos uma simples representação proposicional, empregamos regras soltas, não interconectadas e portanto não conseguimos avaliar situações diferentes, entender as estruturas conceituais de uma teoria. No caso do modelo proposicional, no entanto, também estamos utilizando regras, mas estas regras são articuladas de tal forma que, através delas, conseguimos prever e explicar um conceito, assim como extrapolar novas conclusões para situações diferentes das previstas inicialmente.

Uma investigação feita por Mani e Johnson-Laird¹⁰ (apud Moreira, 1996) esclarece bem a distinção entre o emprego de modelos proposicionais e representações proposicionais unicamente. Para um determinado grupo de pessoas foram passadas informações bem determinadas e precisas enquanto que para o outro grupo foram passadas informações imprecisas. Os primeiros foram capazes de extrapolar informações espaciais além daquelas que haviam recebido inicialmente, mas tinham mais dificuldade em lembrar literalmente das informações recebidas. Enquanto que os elementos do segundo grupo na sua maioria não conseguiu inferir informações espaciais além daquelas que haviam recebido, porém lembravam melhor as instruções transmitidas.

Os autores consideraram que esta diferença era porque os primeiros haviam formado um modelo mental da informação adquirida e portanto eram capazes de realizar as inferências. Recorriam ao modelo para responder as questões, não sendo necessário que decorassem as descrições verbais detalhadas. Os

¹⁰ Mani, K. and Johnson-Laird, P. (1982). The mental representation of spatial descriptions. *Memory and Cognition*, 10(2):181-187. Apud Sternberg, R.J. (1996). *Cognitive Psychology*. Fourth Worth, TX: Harcourt Brace College Publishers. 555p.

do outro grupo, por sua vez, não foram capazes de formar um modelo mental pois as informações eram imprecisas e possibilitariam inúmeros modelos alternativos. Os elementos deste grupo parecem ter representado mentalmente as instruções como proposições descritivas apenas, daí sua dificuldade para inferir informações adicionais.

IV.2 Justificativa para o Estudo de Modelos Mentais.

A aceitação da idéia de que nós só podemos aprender o novo a partir daquilo que já conhecemos, é que vem suscitando um grande interesse pelo tema de modelos, modelos mentais e analogias.

Segundo Vosniadou (1994) os modelos mentais recuperados, ou ainda, gerados durante o processo cognitivo, são elementos aos quais novas parcelas de informação são acrescentadas. Várias pesquisas tem concluído que as inferências de um indivíduo sobre determinada questão dependem muito do modelo mental adotado por ele.

Borges (1997, p.8) salienta que *"a habilidade de um indivíduo em explicar e prever eventos e fenômenos que acontecem a sua volta evolui à medida que ele adquire modelos mentais mais sofisticados dos domínios envolvidos. Tais modelos evoluem com o desenvolvimento psicológico e com a instrução, num processo conhecido como mudança conceitual."*

Uma corrente majoritária da psicologia cognitiva acredita que ter um modelo mental sobre uma máquina ou sistema ajuda a entender o seu funcionamento.

O experimento de Kieras e Bovair¹¹ (apud Borges,1997, p.7) ilustra bem esta idéia. Nesta pesquisa, pessoas que foram separadas em dois grupos, deveriam operar comutadores e interruptores, cujos circuitos não ficavam visíveis, para fazer funcionar um equipamento. Os dois grupos aprenderam a operar o equipamento, porém apenas um deles recebeu instruções adicionais baseadas num modelo do sistema. Algumas operações foram propositadamente projetadas para serem ineficientes, e diante desta situação, o grupo com acesso ao modelo do sistema teve melhor desempenho em todas as atividades, tanto em agilidade como na proposição de procedimentos alternativos àqueles problemáticos.

Os autores consideraram que o emprego de modelos na instrução permite não apenas a melhora no desempenho, como também maior capacidade de inferir procedimentos alternativos e de explicar o funcionamento do sistema.

Podemos também encontrar uma interessante utilização do conceito de modelos mentais num trabalho que objetiva identificar os diferentes estilos de representação mental utilizado pelos alunos do curso de Física Geral, relacionado ao conceito de campo, no domínio do eletromagnetismo (Greca e Moreira¹² apud Lagreca e Moreira, 1999). Em outras palavras, os autores analisaram se os alunos, ao resolver questões da física, operavam mentalmente com modelos, com proposições ou com imagens, dentro da conceituação proposta por Johnson-Laird. Os resultados obtidos sugerem que, nos cursos introdutórios de Física, a maioria dos alunos opera com proposições não integradas. São definições ou fórmulas usadas

¹¹ Kieras, D.E. and Bovair, S. (1984). The role of a mental model in learning to operate a device. *Cognitive Science*, Vol. 8, 255-273.

¹² GRECA, I., MOREIRA, M. A. The kinds of mental representations - models, propositions and images - used by college physics students regarding the concept of field. *International Journal of Science Education*, London, v. 19 , n. 6, p. 711-724, 1997.

mecanicamente e não interpretadas em um modelo mental. Apenas alguns alunos deram indícios de estarem construindo modelos.

Um trabalho próximo a este, feito com alunos da disciplina de Física Geral, mas focado na área da mecânica newtoniana (Lagreca e Moreira, 1999; Moreira e Lagreca, 1998) propõe a seguinte categorização sobre a forma de trabalhar cognitivamente dos alunos:

1. Proposicionalistas:

São os indivíduos que operam cognitivamente em uma certa área de conhecimento, com proposições isoladas não articuladas em um modelo mental. Por conta disto, não conseguem fazer extrapolações dos conceitos aprendidos para outros contextos similares.

2. Modelizadores basicamente proposicionais:

São aqueles que chegam a construir modelos mentais sob a forma de regras articuladas interligando diferentes conceitos e aspectos do tópico estudado.

3. Modelizadores basicamente imagísticos

São aqueles que constroem modelos mentais com um forte cunho analógico, numa determinada área de conhecimento, ou seja, fazendo significativo uso de imagens em seus modelos.

É importante esclarecer que, mesmo para fazer mero uso de fórmulas, é necessário ter construído alguma espécie de modelo mental, ainda que rudimentar, uma vez que, segundo Johnson-Laird, o indivíduo é modelizador por natureza. Ao dizer que o aluno não articula as proposições num modelo mental, o autor se refere a ausência de um modelo mais elaborado, com algum poder explicativo e preditivo.

IV.3 Metodologia de Pesquisa em Modelos Mentais

A tarefa de investigar a cognição humana não é das mais simples. Os estudos partem do pressuposto que as representações mentais das pessoas podem ser inferidas a partir de seus comportamentos e verbalizações, ou ainda simulados em computador.

Uma das dificuldades enfrentadas, se deve ao fato de não podermos simplesmente perguntar a pessoa qual o seu modelo mental a cerca de uma dada questão, pois o indivíduo pode não ter plena consciência do modelo. Ele pode dizer que age de determinada forma mas na realidade não o faz, mesmo que acredite ter falado a verdade. Isto porque, como bem esclarece Norman (1983, p.11), as estruturas de crenças das pessoas não são disponíveis para inspeção, especialmente no caso de crenças de caráter processual. Outra possibilidade, é de que a pessoa, uma vez perguntada sobre o motivo dela ter usado um determinado procedimento, inconscientemente se sinta compelida a "criar" uma justificativa inexistente, baseada naquilo que ela imagina ser a resposta esperada pelo entrevistador. Por estas razões, Norman (ibid.) considera mais seguros os protocolos verbais, descrevendo o que a pessoa está fazendo enquanto resolve o problema, do que as explicações.

Mesmo considerando a dificuldade da tarefa, a análise qualitativa de protocolos verbais e documentos produzidos pelos alunos em entrevistas ou em tarefas instrucionais, tem sido a técnica mais utilizada na pesquisa sobre modelos mentais. Como documentos podemos ter por exemplo, desenhos, esquemas, soluções de problemas ou ainda, mapas conceituais, que vamos detalhar no próximo tópico.

Os protocolos verbais podem, dentre outras formas, ser obtidos a partir de entrevistas, onde podemos solicitar ao indivíduo que pense em voz alta livremente, para que descreva o que está fazendo durante a realização da tarefa. A este tipo de protocolo, que é gerado **enquanto a pessoa realiza** a tarefa denominamos - "*protocolo concorrente*". No caso de pedirmos ao sujeito que diga o que consegue lembrar, imediatamente **após a execução da tarefa**, o protocolo resultante é denominado "*retrospectivo*". (vide Moreira, 1996).

Na pesquisa de Borges (1997) para identificar os modelos mentais de eletricidade, magnetismo e eletromagnetismo entre pessoas com diferentes níveis de escolaridade, é descrita em detalhes a metodologia seguida para produzir informações sobre os modelos mentais. Foi empregado o seguinte procedimento: cada pessoa fazia previsões sobre o resultado de cada atividade e justificava seu raciocínio, depois realizava o experimento e finalmente explicava o resultado à luz das previsões feitas. Segundo o autor este processo de Previsão, Observação e Explicação é considerado eficaz na identificação dos modelos mentais dos indivíduos.

O trabalho com os alunos de Física, voltado para mecânica newtoniana que já expomos anteriormente (Lagrecá e Moreira, 1999; Moreira e Lagrecá, 1998), também fez uso de análise qualitativa de protocolos verbais e documentos. Para elucidar os modelos mentais, além das situações usuais de sala de aula, foram utilizadas, práticas experimentais orientadas, monitoria, entrevistas e mapas conceituais desenvolvidos pelos alunos no início do curso, em cada teste de avaliação e ao fim do curso. Numa

pesquisa anterior (Greca e Moreira¹¹, apud Moreira e Lagreca, 1998 p. 4) também encontraram evidências da utilidade dos mapas conceituais para esta atividade de inferência dos modelos mentais dos alunos.

V. Mapas Conceituais

V.1 Conceitos Básicos

A construção de mapas conceituais é uma atividade metacognitiva fundamentada na teoria do aprendizado significativo de Ausubel-Novak-Gowin (Ausubel et al¹³, 1978; Novak¹⁴, 1977; Novak e Gowin¹⁵, 1984 apud Wandersee, 1990). Foram desenvolvidos em 1960 por Joseph D. Novak na Universidade de Cornell e proporcionam representações gráficas de conceitos em um determinado domínio de conhecimento, de tal forma que as relações entre os conceitos são evidentes.

A teoria do Aprendizado Significativo procura explicar o processo de aprendizagem a partir da ótica da psicologia cognitiva. Descreve como o estudante adquire conceitos, e como se organiza sua estrutura cognitiva. A premissa fundamental prega que o aprendizado significativo ocorre quando uma nova informação é adquirida mediante esforço deliberado do indivíduo em ligar esta informação a conceitos ou proposições relevantes já assimilados. (Novak, 1990; Souza; Gangoso, 1997)

¹¹ GRECA, I., MOREIRA, M. A. The kinds of mental representations - models, propositions and images - used by college physics students regarding the concept of field. *International Journal of Science Education*, London, v. 19, n. 6, p. 711-724, 1997.

¹³ Ausubel, D. P., Novak, J. D., Hanesian, H. *Educational Psychology: A Cognitive View*. 2ª ed. New York: Holt, Rinehart & Winston. 1978.

¹⁴ Novak, J. D., *A Theory of Education*. Ithaca, NY: Cornell University Press. 1977.

¹⁵ Novak, J. D., Gowin D. B. *Learning How to Learn*. NY: Cambridge University Press. 1984.

Um mapa é constituído por nós, que correspondem aos conceitos e são normalmente representados por círculos. Estes são conectados por linhas formando proposições simples que indicam as relações entre os conceitos.

Em outras palavras, mapas conceituais são diagramas hierárquicos que ilustram a conexão entre conceitos.

Podemos destacar três características fundamentais em sua constituição (Novak e Gowin¹⁶, 1984 apud Starr e Krajcik, 1990, p.988):

□ **Estrutura hierárquica**

Arcos (conexões) entre os conceitos são mostrados hierarquicamente estruturados, sendo que os conceitos mais gerais estão organizados no topo. Sua estrutura não é linear como um texto, é hierárquica e associativa. Ou seja, é mais próxima da forma como a mente organiza o conhecimento.

□ **Diferenciação progressiva**

Indica o processo de aprendizado no qual o indivíduo diferencia mais os conceitos na medida em que aprendem mais sobre eles.

□ **Reconciliação integrativa**

Sugere que o aprendiz perceba os relacionamentos entre os conceitos e não os trate de forma compartimentada.

Pesquisas tem concluído que os dados gerados pelos mapas construídos pelos próprios alunos tem conteúdo equivalente aos dados gerados através de estratégias de elucidação de modelos

¹⁶ Novak, J. D., Gowin D. B. Learning How to Learn. NY: Cambridge University Press. 1984.

mentais mais trabalhosas como as decorrentes de entrevista (vide Markhan, Mintzes & Jones, 1994; Steinkuehler & Derry, 2001).

V.2 Aplicação de Mapas Conceituais

Além de sua utilização como ferramenta de auxílio a identificação dos modelos mentais, os mapas conceituais tem um vasto campo de utilização como ferramenta de aprendizagem significativa. Segundo o próprio Novak (1990, p. 941), "mapas conceituais estão se tornando uma importante ferramenta para auxiliar os estudantes a aprender como aprender significativamente". Dentre as várias possibilidades de uso no aprendizado podemos destacar:

- **Exploração do atual nível de conhecimento dos alunos.**

Levando em consideração o pressuposto da teoria do aprendizado significativo, que indica que o fator mais importante no processo de aquisição de conhecimento é justamente aquilo que o aluno já sabe, concluímos imediatamente a utilidade que os mapas conceituais tem na exploração e valorização dos conceitos que o aluno já possui.

- **Assimilação de conceitos a partir de livros ou textos em geral**

O processo de elaboração dos mapas facilita a compreensão de livros escolares, ajuda na interpretação de obras literárias, ou mesmo artigos de jornais e revistas.

- **Elaboração de textos ou apresentações orais.**

Na medida em que os textos são sequências lineares de idéias, diferentemente da forma como se organiza a mente humana, que trabalha basicamente dentro de uma estrutura hierárquica e associativa, podemos empregar os mapas conceituais como apoio

ao processo de transformação psico-linguística que é necessário para elaboração de textos.

- **Aquisição de conceitos a partir de trabalhos de laboratório**
Pode auxiliar no processo de síntese do conhecimento adquirido a partir de experiências de laboratório ou de campo.
- **Preparação para avaliações**
Auxilia na organização dos conceitos, na identificação e integração de tópicos estudados.

V.3 Etapas de Elaboração de Mapas Conceituais

Propostas de sequência de etapas para auxiliar na construção de mapas conceituais podem ser encontradas em White & Gunstone¹⁷ (apud Classroom of the Future, 2002), Novak(2001) e Universidade de Évora (2002). Descrevemos a seguir uma adaptação destas recomendações:

- Escrever os principais termos ou conceitos sobre um tópico em particular.
- Identificar os conceitos mais gerais, os intermediários e os específicos
- Iniciar a construção do mapa, levando em consideração os seguintes aspectos:
 - Colocar próximos os conceitos que são relacionados
 - Localizar o conceito mais geral no topo, seguidos dos intermediários mais abaixo, e finalmente os mais específicos
- Desenhar linhas de ligação entre os conceitos.
- Escrever sobre cada linha termos que indiquem como os conceitos estão relacionados

¹⁷ White, R. & Gunstone, R. (1992). Probing understanding. New York: Falmer Press.

- Fazer a revisão do mapa

VI. Conclusão

A teoria de modelos mentais de Johnson-Laird, apesar de sua aparente simplicidade, oferece um poderoso instrumento no estudo do processo cognitivo. Este referencial teórico tem sido bastante difundido e promete resultados promissores, porém é importante ter em vista que a tarefa de elucidar os modelos mentais não é uma atividade elementar. Como já frisamos anteriormente, não podemos simplesmente perguntar ao indivíduo qual o seu modelo mental sobre determinado assunto, pois normalmente a pessoa pode nem ter esta informação consciente e além disso os modelos mentais não são precisos, consistentes e completos como no caso dos modelos científicos, na realidade, temos que aceitar o desafio de tentar entender os modelos confusos, incompletos e instáveis que as pessoas realmente tem.

Referências

- BORGES, A.T. (1997). Um Estudo de Modelos Mentais. *Investigações em Ensino de Ciência*. v. 2, n. 3, dez. 1997. Disponível em:
<<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol2/n3/borges.htm> />. Acesso em: 2 dez. 2002.
- CLASSROOM OF THE FUTURE (2002). Concept Mapping. Disponível em:
<<http://www.cotf.edu/ete/pbl2.html> />. Acesso em: 21 fev. 2003
- GANGOSO, Z. (1997). El Fracaso em los Cursos de Física. El Mapa Conceptual, uma Alternativa para el Analisis. *Cad. Cat. Ens. Fis.*. v. 14, n. 1, p. 17-36, abr. 1997.
- GARDNER, H. (1996). A Nova Ciência da Mente. 2ª edição. Tradução: Cláudia Malbergier, São Paulo: Editora da Univ. de São Paulo. 456 p.
- LAGRECA, M.C.B., MOREIRA, M.A. (1999). Tipos de Representações Mentais Utilizadas por Estudantes de Física Geral na Área de Mecânica Clássica e Possíveis Modelos Mentais nessa Área. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. v. 21, n.1, p. 202-215, mar. 1999. Disponível em:
<<http://sbf.if.usp.br/rbef/Vol21/Num1/>>. Acesso em: 4 fev. 2003.
- JONHSON-LAIRD, H. (1983). Mental Models – Towards a Cognitive Science of Language, Inference, and Consciousness. 6ª edição. Cambridge, MA: Harvard University Press. 513 p.
- JONHSON-LAIRD, H., GIROTTO, V., LEGRENZI, P., (1998). Mental Models: A gentle guide for outsiders. Disponível em:
<<http://www.si.umich.edu/ICOS/gentleintro.html>> Acesso em: 4 fev. 2003
- KHELLA, A. (2002). Knowledge and Mental Models in HCI. Disponível em:
<<http://www.cs.umd.edu/class/fall2002/cm838s/tichi/printer/knowledge.html> />. Acesso em: 4 fev. 2003.

MARCONDES, D. (1997). Iniciação à História da Filosofia – Dos Pré-socráticos a Wittgenstein. 5ª edição. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor. 208 p.

MARKHAM, K., MINTZES, J. & JONES, G. (1994). The concept map as a research and evaluation tool: Further evidence of validity. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(1): 91-101.

MOREIRA, M.A. (1996). Modelos Mentais. *Investigações e Ensino de Ciências*. V.1, Nº3, dez. 1996. Também publicado in *Encontro sobre Teoria e Pesquisa em Ensino de Ciência – Linguagem, Cultura e Cognição, Reflexões para o ensino de Ciências*. (1997), UFMG, Belo Horizonte – Minas Gerais. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/N3/moreira.htm>>. Acesso em: 2 dez. 2002

MOREIRA, M.A., LAGRECA, M. C. B. (1998). Representações mentais dos alunos em mecânica clássica: três casos. *Investigações e Ensino de Ciências*. V. 3, Nº 2, agosto de 1998. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/>>. Acesso em: 30 dez. 2002

NORMAN, D.A. (1983). Some observations on mental models. In Gentner, D. and Stevens, A.L. (Eds.). *Mental models*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. p. 6-14.

NOVAK, J.D. (1990). Concept Mapping: A Useful Toll for Science Education. *Journal of Research in Science Teaching*. v. 27, n. 10, p. 937-949. John Wiley & Sons, Inc.

PENSO, L.D. (___). *Psicologia Cognitiva: Um Overview*. Trabalho do Curso de Tópicos Especiais em Informática na Educação. UFRJ/Instituto de Matemática. Departamento de Ciência da Computação. 56 p.

SASSE, M.A. (1997). *Eliciting and Describing Users' Models of Computer Systems*. Tese de Doutorado. University of Birmingham. Inglaterra. Disponível em: <<http://www.cs.ucl.ac.uk/staff/a.sasse/thesis/Frontpage.html>>. Acesso em: 4 fev. 2003.

SCHWAMB, K.B. (1990). *Mental Models: A Survey*. Department of Information and Computer Science. University of California. Disponível em: <<http://www.isi.edu/soar/schwamb/pubs.html>>. Acesso em: 4 fev. 2003.

SOUZA, R.R. (____). Usando Mapas Conceituais na Educação Informatizada Rumo a um Aprendizado Significativo. Disponível em:
< <http://www.edutecnet.com.br/Textos/Alia/MI SC/edrenato.htm> >. Acesso em: 10 set. 2002.

SOUZA, C.M.S.G., MOREIRA, M.A. (2000). A Causalidade Piagetiana e os Modelos Mentais: Explicações sobre o Funcionamento do Giroscópio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 22, n.2, p. 223-231, jun. 2000. Disponível em: <<http://sbf.if.usp.br/rbef/Vol22/Num2/>>. Acesso em: 4 fev. 2003.

STARR, M.L. & KRAJCIK, J. (1990). Concept Maps as a Heuristic for Science Curriculum Development: Toward Improvement in Process and Product. **Journal of Research in Science Teaching**. v. 27, n.10, p. 987-1000.

STEINKUEHLER, C.A. & DERRY, S.J. (2001). Strategies for Assessing Learning Effectiveness. Tutorial. University of Wisconsin-Madison Disponível em: < <http://www.alnresearch.org/HTML/AssessmentTutorial/> >. Acesso em: 4 fev. 2003.

STILLINGS, N. A., Weisler, S.E., CHASE, C.H., FEINSTEIN, M.H., GARFIELD, J.L., RISSLAND, E.L. (1995). Cognitive Science – An Introduction. Cambridge MA.:MIT Press.

UNIVERSIDADE DE ÉVORA / NÚCLEO UE-MINERVA (2002). Mapas Conceituais. Disponível em:
< <http://www.minerva.uevora.pt/rtic/eacompanhado/mapas.htm> />. Acesso em: 4 nov. 2002

VERGEZ, A., HUISMAN, D. (1976). História dos Filósofos Ilustrada pelos Textos. 3ª edição. Tradução: Lélia de Almeida Gonzalez. Rio de Janeiro: Livraria Freitas Bastos. 443p.

VOSNIADOU (1994). Capturando e Modelando os Processos de Mudança Conceitual. **Learning and Instruction**. v. 4, p. 45-69. Tradução Disponível em: < http://www.geocities.com/modelos_mentais/menus.htm/ >. Acesso em: 2 dez. 2002.

WANDERSEE, J.H. (1990). Concept Mapping and the Cartography of Cognition.
Journal of Research in Science Teaching. v. 27, n. 10, p. 923-936. John
Wiley & Sons, Inc.