

OS "MAPAS DE CONCEITOS" E O ENSINO-APRENDIZAGEM DAS CIÊNCIAS

Manuel Sequeira e Mário Freitas
Universidade do Minho, Portugal

Resumo - De entre as numerosas técnicas, utilizadas tanto na identificação e caracterização das estruturas conceptuais individuais, como na formação da sua reorganização, destaca-se a elaboração de mapas de conceitos. Neste trabalho pretende-se fazer uma revisão crítica dos problemas teóricos e metodológicos que esta técnica levanta, com vista a retirar algumas conclusões sobre a sua importância no ensino-aprendizagem das ciências. Os autores concluem que, apesar de alguns problemas levantados na sua utilização e de algumas potencialidades indicadas não estarem totalmente confirmadas, o uso frequente de mapas de conceitos permite a identificação de estruturas conceptuais dos estudantes, possibilitando ao professor intervir na sua reorganização e ampliação, ajudando no estabelecimento de ligações entre o novo conhecimento e o já existente.

A compreensão e explicação dos fenómenos naturais é um dos grandes objectivos da Ciência. Para tal, o homem vai inventando ideias - conceitos, princípios e teorias - que, embora baseadas na observação de grande número de factos, não tem qualquer existência real (Kelly, 1963; Klausmeier, 1977 e 1980; Ausubel, Novak e Hanesian, 1980). Tais ideias inventadas servem, por sua, vez, de modelos e "paradigmas" (Kuhn, 1972) para a interpretação de novos fenómenos até que outras mais globais, coerentes e eficazes acabem por as vir substituir cumprindo, em qualquer caso, a mesma função.

Os conceitos e teorias, enquanto ideias inventadas para explicar a realidade parecem, contudo, não ser um resultado exclusivo da actividade dos cientistas (Kelly, 1963; Ross, 1983). Numerosas evidências empíricas extensamente revistas por vários investigadores (Driver e Erickson, 1983; Gilbert e Watts, 1983; Helm e Novak, 1983; Pfund e Duit, 1985; Driver, Guesne e Tiberghien, 1985) têm demonstrado que as crianças, desde a mais tenra idade e ainda antes de qualquer educação escolar formal, constroem acerca do mundo e dos fenómenos naturais crenças e expectativas que, embora diferindo muito das explicações dos cientistas, têm em comum com elas duas

Comunicação apresentada por M. Sequeira, M. Freitas e A. Reis, no "First International Meeting on Psychological Teacher Education", Universidade do Minho, 1 de Junho de 1986.

Investigação subsidiada pelo INIC.

Toda a correspondência relativa a este artigo deve ser enviada para: Manuel Sequeira, Instituto de Educação, R. Abade da Loureira, 4700 BRAGA, PORTUGAL

importantes características: a) são invenções da mente; e b) visam explicar e prever os mais diversos fenómenos, possibilitando, sempre que necessário, a acção.

O ensino/aprendizagem das ciências não se resume, pois, como o defendiam certas posições empiristas, a inscrever num cérebro em branco ("tabula rasa") os produtos do conhecimento acumulado pela humanidade até dada fase do seu desenvolvimento. Pelo contrário, aprender ciência, é um processo de activa construção cognitiva, em que o que já se sabe é tão ou mais importante do que o que de novo é descoberto ou transmitido. Estudar e conhecer a estrutura cognitiva dos alunos e intervir na sua reorganização é pois um objectivo da maior importância que, como tal, tem sido alvo de numerosos estudos.

Trata-se, em primeiro lugar, de procurar compreender como se processa a aprendizagem para, em seguida, utilizar esse conhecimento como instrumento de um mais eficaz ensino/aprendizagem na sala de aula.

De entre as numerosas técnicas, utilizadas tanto na identificação e caracterização das estruturas conceptuais individuais, como na promoção da sua reorganização destaca-se a elaboração de mapas de conceitos ("concept mapping") e mapas proposicionais (Novak, 1980; Stwart, 1980; Champagne, Klopfer, Desena e Squires, 1981; Fensham, Garrard & West, 1982).

Nesta comunicação pretende-se fazer uma revisão crítica dos prolemas teóricos e metodológicos que tal técnica levanta, com vista a retirar algumas conclusões sobre a sua importância no ensino/aprendizagem das ciências. Para tal, basearam-se os autores não só numa análise da literatura publicada sobre o assunto mas também em conclusões preliminares do trabalho de investigação que vêm realizando na Universidade do Minho.

Começando por uma breve análise dos princípios teóricos em que a técnica se baseia, são postas em confronto diferentes concepções da estrutura cognitiva discutindo-se a possibilidade de os mapas de conceitos a poderem cabalmente representar. São ainda feitas algumas sugestões quanto às potencialidades da sua utilização bem como tiradas algumas conclusões gerais e sugeridos caminhos para investigações suplementares.

Os Mapas de Conceitos e a teoria de aprendizagem de Ausubel

Os mapas de conceitos desenvolvidos a partir do trabalho de Novak e colaboradores têm como base a teoria de aprendizagem de Ausubel. Dois dos princípios desta teoria são fundamentais na construção dos mapas: a significância dos conceitos assenta, em grande parte, nas relações com outros conceitos; e a estrutura de organização e interrelação dos conceitos é uma importante variável de aprendizagem. Segundo Ausubel, esta estrutura deverá ser hierárquica de modo a reflectir relações superordenadas e subordinadas entre princípios e conceitos em vez de reflectir uma ordem cronológica ou pré-requisitos lógicos.

Envolvendo a identificação dos principais conceitos de um dado domínio ou tópico de conhecimentos e a sua organização num arranjo hierárquico do mais geral ou inclusivo para o menos geral ou específico (Novak, 1981), os mapas de conceitos contêm quatro componentes principais: os conceitos, as relações entre conceitos, a

hierarquia e as "ligações cruzadas" entre diferentes ramos da estrutura. É de salientar que este último componente sendo o resultado do relacionamento entre conceitos colocados em "ramos" diferentes da estrutura hierárquica, traduz, igualmente, um princípio importante da teoria de Ausubel: a "reconciliação integrativa", produto de um alto grau de aprendizagem significativa.

Mapas de Conceitos como reflexo da estrutura cognitiva

O uso de mapas de conceitos como instrumento de análise da estrutura cognitiva dos estudantes tem sido alvo de algumas críticas. Tanto Sutton (1980) como M. Brumby (1983) manifestaram a sua posição relativamente ao carácter estático dos mapas de conceitos contrariando o aspecto dinâmico do pensamento humano. Segundo aqueles autores, uma das características mais salientes do pensamento humano é a sua fluidez permitindo uma rápida variação em resposta a diferentes tarefas já que as relações entre conceitos não são fixas; no tempo e no espaço sendo continuamente redefinidas em relação a um dado tópico.

Sutton propõe como alternativa ao uso da designação "estrutura cognitiva" a designação "organização cognitiva" realçando a importância que os processos mentais têm na utilização do conhecimento incorporado. Por outro lado, Stuart (1985) refere não ser razoável assumir que os mapas de conceitos representem o modo como os conceitos são incorporados na mente. Segundo Stuart é possível que esta técnica revele apenas uma parte dos processos do pensamento à volta de um tópico, especialmente as relações que as pessoas reconhecem entre os conceitos.

Apesar do reconhecimento do carácter dinâmico do conhecimento humano, pensamos que numa situação escolar os conhecimentos adquiridos pelos alunos em relação a uma dada disciplina se podem encontrar na forma de esquemas conceptuais, com uma organização perceptível num dado momento. Após uma dada situação de ensino/aprendizagem bem delimitada, estabelecem-se relações entre os novos conceitos bem como entre estes e os já possuídos.

O dinamismo e a flexibilidade são de algum modo consequência do grau de diferenciação dos conceitos e do tipo de relações estabelecidas entre eles.

Os mapas de conceitos traduzindo os esquemas conceptuais presentes na estrutura cognitiva dos alunos não apresentarão, desta maneira, um carácter estático de produto acabado, sendo vistos como uma "ponte cognitiva" de "conhecimento-em-acção" proporcionando uma análise da forma como, novos conceitos se incorporam na organização já existente e o estudo de novas estratégias para posterior aprendizagem e consequente formação de novas relações entre conceitos.

Tendo como base que a informação incorporada na memória a longo prazo tem um formato proposicional e que o tipo de proposições estabelecidas exerce uma acção importante não só na aquisição de novo conhecimento mas também no processamento da informação, outros tipos de organizações conceptuais têm sido desenvolvidos pretendendo reflectir a estrutura cognitiva individual. Estas organizações ou integram conceitos de mudança e de causa e recorrem ao uso de nós secundários tentando evitar ambiguidades nos significados representados - esquemas semânticos (Stuart, 1980) ou tem em atenção os níveis operacionais de Piaget, específicos de

cada conceito (Mathews e colaboradores, 1984 e 1985). Embora úteis na investigação de como os alunos aprendem, parece-nos que este tipo de esquemas se tornam altamente complicados como instrumento quer de análise quer de aplicação directa no processo ensino/aprendizagem na sala de aula. Os condicionalismos existentes numa situação escolar, como o são o grande número de alunos por turma, as limitações de tempo e a falta de motivação, tornam o uso daqueles instrumentos mais fastidioso, conduzindo a atitudes negativas por parte dos alunos e professores.

O uso de mapas de conceitos seguindo a tradição de Novak e seus, colaboradores, pela sua maior simplicidade, o que não é sinónimo de inadequação, são mais apropriados para uma utilização frequente na sala de aula. J. Edwards e K. Fraser (1983) concluíram serem os mapas de conceitos tão ou mais indicados que as entrevistas clínicas na detecção de ideias já possuídas pelos alunos. Brumby (1983) embora com uma posição crítica, considera-os de grande valor como auxiliares de ensino pela sua revelação explícita aos estudantes da importância do estabelecimento de ligações entre o novo conhecimento e o já existente.

Com base nestas considerações faremos nas secções seguintes uma análise da aplicação deste instrumento no processo ensino aprendizagem, incluindo a sua relação com os objectivos do ensino das ciências.

Hierarquia

Um dos princípios mais importantes a ter em conta na elaboração dos mapas de conceitos é a componente hierárquica, reflectindo uma gradação do mais geral ou inclusivo para o menos geral ou específico. Parece haver, no entanto, alguma evidência da existência de uma certa dificuldade na aplicação deste princípio (Cronin, Dekkers & Dunn, 1982; Sequeira, Freitas e Leite, 1985).

Esta dificuldade poderá advir do grande número de conceitos que definem um dado assunto tornando-se difícil distinguir os vários graus de generalidade ou ainda de uma existência incorrecta ou mesmo ausência dos conceitos de generalidade e especificidade, especialmente nos alunos mais jovens.

Algumas estratégias têm sido propostas com a finalidade de facilitar a hierarquização dos conceitos:

- a) escolha de apenas alguns conceitos (8 a 10) ao acaso e sua disposição hierarquizada tornando depois mais fácil a incorporação dos restantes (Edwards, J. e Fraser, 1983).
- b) Formação de pares de conceitos e atribuição de uma pontuação (0 a 3) consoante o seu grau de relação, seguida da hierarquização dos conceitos tendo em conta a soma da pontuação obtida por cada um nos diferentes pares; (Cronin, Dekkers & Dunn, 1982 e Malone, J. & Dekkers, 1984).
- c) Combinação das duas anteriores (Edwards, J. & Fraser, 1983).

Estas estratégias podendo de certo modo facilitar a elaboração dos mapas, talvez não resolvam totalmente o problema da hierarquização já que se num dos casos (a) ele continue a persistir, nos outros (b e c) surge a dificuldade de estabelecer o grau de relação entre os diferentes conceitos. Por outro lado a utilização das escalas

numéricas parece aumentar as atitudes negativas por parte dos alunos em relação à técnica, diminuindo o seu entusiasmo com consequente aumento do tédio (Edwards, J. & Fraser, 1983; Sherris e Kahle, 1984).

Lehman, J. e colaboradores (1985) mencionam a necessidade de um longo treino para que os alunos se tornem bons construtores e utilizadores dos mapas.

Nas nossas investigações temos encontrado uma certa tendência para a disposição dos conceitos segundo uma ordem temporal ou lógica da ocorrência dos fenómenos estudados.

Esta tendência poderá eventualmente indicar a ausência de aprendizagem significativa quando os mapas são construídos após uma sequência de ensino ou, em última análise, ser consequência de uma natureza não hierarquizada da estrutura cognitiva dos estudantes.

Mais investigação é necessária sobre técnicas para ensino de hierarquização dos conceitos a alunos dos diferentes níveis de escolaridade sendo ainda interessante comparar o aproveitamento em ciências de grupos de estudantes que utilizam respectivamente mapas hierarquizados e outras estruturas reflectindo uma ordem temporal ou lógica.

Idiossincracia e "mapa ideal"

Um outro atributo dos mapas de conceitos que tem levantado alguns problemas é o seu carácter idiossincrático. Esta técnica permite variações na ordem e estabelecimento de relações correctas entre conceitos pois existem vários padrões capazes de os ligar (Ault, 1985). A sua ordenação depende de vários factores, salientando-se entre eles as próprias relações entre os conceitos, as limitações impostas pelo curso, o "background" do instrutor e dos alunos bem como os interesses destes últimos (Stewart, Van Kirk e Rowell, 1979). Como estes factores não são estáticos poder-se-á afirmar que nenhum mapa está completamente acabado (Ault, 1985).

O problema coloca-se ao nível da existência de um "mapa ideal" (Cronin, Dekkers e Dunn, 1982) que possibilite a comparação e facilite a avaliação, com posterior correcção dos mapas construídos pelos alunos, proporcionando ao professor intervir no sentido da mudança e extensão das concepções alternativas apresentadas. Ainda, segundo Novak, Gowin e Johansen (1983) podem verificar-se diferenças significantes em mapas construídos por especialistas nos assuntos a estudar.

Sem contrariarmos a ideia de que a organização cognitiva e de natureza idiossincrática, necessariamente influenciada por um conjunto de factores próprios de uma vivência individual, pensamos ser viável a elaboração de um "mapa ideal". Este, reflectiria os esquemas conceptuais, as teorias ou paradigmas explicativos dos fenómenos ou estruturas estudados. Devemos salientar que uma coisa são as relações conceptuais que o estudante estabelece durante a aprendizagem e outra são os esquemas conceptuais resultantes da investigação científica e que explicam os fenómenos ou estruturas em causa. Os estudos recentes sobre as concepções científicas alternativas dos alunos (Driver e Erickson, 1983; Gilbert e Watts, 1983; Helm e Novak, 1983) são disso uma indicação evidente.

Poder-se-á argumentar que a existência de um mapa ideal promoverá a uniformidade entre estudantes e será um factor limitativo de uma maior diferenciação conceptual de estudantes mais aptos já que na sua elaboração o professor teria de ter em conta o nível cognitivo médio dos seus alunos.

Precavendo-se destas limitações a sua utilização na sala de aula terá de rodear-se de alguns cuidados. A avaliação terá de ser suficientemente flexível permitindo a existência de mapas contruidos pelos alunos que sejam melhor estruturados que o "mapa ideal", construído pelo professor (Novak, Gowin, Johansen, 1983). Aqueles apresentariam conceitos, relações proposicionais entre conceitos e ligações cruzadas adicionais e seriam resultado de uma estrutura cognitiva mais diferenciada. Os mapas não deverão ser utilizados como única técnica de ensino/aprendizagem, sendo o seu uso mais recomendado como organizador conceptual após a apresentação ou a descoberta da informação através da utilização de várias estratégias. Pensamos que a utilização de um "mapa ideal" na aula poderá ajudar a reorganização da informação na estrutura cognitiva de alunos com mais dificuldades, sendo as estratégias para a sua utilização com este tipo de alunos um dos caminhos para futura investigação.

Avaliação quantitativa versus qualitativa

A avaliação dos mapas de conceitos pode justificar-se com a sensibilidade que aqueles parecem ter às mudanças na estrutura cognitiva dos alunos, podendo por isso ser úteis como medida da aprendizagem (Arnaudin, Mintzes, Dunn & Shafer, 1984). Mas, se a sua avaliação parece justificada alguma controvérsia existe quanto ao tipo que ela poderá assumir: quantitativa ou apenas qualitativa?

A avaliação quantitativa tem sido usada (Novak, 1981; Malone & Dekkers, 1984; Stuart, 1985) com incidência nos vários atributos dos mapas, analisados independentemente uns dos outros.

Também neste caso existe alguma divergência de opiniões. Esta divergência recai por um lado nos vários componentes ou atributos a avaliar e por outro lado na questão de saber se a sua avaliação deverá fazer-se de um modo independente ou, em alguns dos casos, tendo em conta dois ou mais atributos fortemente dependentes uns dos outros. Num estudo recente Stuart (1985), analisando as correlações entre as pontuações obtidas por estudantes nos vários componentes, conclui que as relações estabelecidas entre os conceitos e a hierarquia são interdependentes.

No seu estudo, Stuart refere a necessidade do desenvolvimento de técnicas mais holísticas e qualitativas focando a estrutura linguística das proposições, a natureza das interrelações entre as várias ramificações e a sequência dos conceitos no mapa.

Outros investigadores manifestam o seu desacordo quanto à quantificação dos mapas afirmando que isso reforça o seu carácter estático (Brumby, 1983) e que uma análise qualitativa é, só por si, suficiente existindo pouca necessidade de um arranjo numérico (Ault, 1985).

Se a quantificação é justificável quando através de uma análise estatística pretendemos saber se os estudantes são ou não capazes de construir correctamente mapas de conceitos essa justificação não pode ser automaticamente transposta para

uma pressuposta medida integral da aprendizagem. Poderemos nós correr o risco de os mapas serem vistos pelos estudantes como um fim em si mesmos? Mais investigação é necessária sobre este aspecto dando-se maior atenção aos objectivos do ensino das Ciências que esta técnica ajuda a alcançar, tendo ainda em conta a importância de se encontrar uma medida válida e independente da aprendizagem significativa.

Mapas de conceitos e objectivos do ensino das ciências

Os objectivos do ensino das Ciências estão fortemente ligados à percepção que os educadores têm do que é Ciência (Wagner, 1983).

Não pretendemos fazer aqui uma discussão aprofundada dos vários conceitos de Ciência. Diremos apenas que, na linha percorrida por vários investigadores nos últimos anos, vemos a natureza dos processos dependente do conhecimento conceptual usado para compreender um fenómeno natural (Novak, 1980; Novak, Gowin & Johansen, 1983; Finley, 1984). Neste caso, Ciência não é apenas um conjunto de processos específicos e o possível conhecimento que dele resulta, mas também a acção que todo o quadro conceptual já existente na organização cognitiva do cientista tem na escolha dos processos a utilizar e nas conclusões obtidas. Assim se explica a existência, em alguns dos casos, de várias teorias explicativas de um mesmo fenómeno.

Tendo em atenção esta forma de ver a Ciência, os mapas de conceitos surgem como bons instrumentos quando usados na aplicação de programas orientados para o inquérito científico facilitando a sua compreensão (Novak, Gowin & Johansen, 1983; Tamir, 1983).

Aplicadas no processo ensino/aprendizagem, possibilitam a comparação entre diferentes teorias explicativas de um mesmo fenómeno com explicitação das mudanças nas estruturas organizacionais dos conceitos. Os estudantes facilmente se apercebem do carácter evolutivo do conhecimento científico pois este deixaria de lhe ser apresentado como uma verdade absoluta incapaz de sofrer alterações. Também utilizados nas actividades de laboratório, os mapas poderão facilitar a compreensão da natureza das ciências por parte dos estudantes.

Isto acontece quando forem utilizados quer como registo das conclusões retiradas (Ault, 1985) quer possibilitando o levantamento de problemas e a modificação das relações conceptuais ou mesmo o aparecimento de novos conceitos após a experimentação (Heinze-Try, Crovello & Novak, 1984). Alguns investigadores têm ainda realçado a importância que os mapas de conceitos poderão ter para os alunos na resolução de novos problemas. Esta torna-se facilitada devido à organização hierárquica do conhecimento que conduzirá a um aumento da "performance" na transferência desde conhecimento para novas situações (Novak, Gowin & Johansen, 1983) e ainda do desenvolvimento da habilidade espacial (Sequeira, Freitas & Leite, 1985), que parece ser essencial à aquisição e compreensão de conceitos bem como à resolução de problemas.

A competência linguística à volta de um paradigma particular de investigação (Wagner, 1983) é naturalmente fomentada desde que o professor faça incidir a atenção dos seus alunos na necessidade de as proposições que ligam os conceitos serem

de natureza científica e não vulgares (Cronin, Dekkers & Dunn, 1982; Malone & Dekkers, 1984).

Também o espírito crítico (Ault, 1985) e o pensamento criativo (Novak, Gowin & Johansen, 1983) podem ser desenvolvidos com a utilização desta técnica embora mais investigação se deva realizar neste campo confirmando ou não o incremento destas capacidades.

Conclusão

Da revisão crítica atrás apresentada poderemos concluir serem os mapas de conceitos um instrumento importante para o ensino/aprendizagem das ciências. Longe de ser o remédio milagroso sempre esperado por alguns, esta técnica pode ajudar os alunos a caminhar na direcção de uma aprendizagem significativa. Se não permite o acesso total à organização cognitiva, permite, pelo menos, a identificação de estruturas conceptuais dos estudantes, possibilitando ao professor intervir na sua reorganização e ampliação, ajudando no estabelecimento de ligações entre o novo conhecimento e o já existente.

Usados conjuntamente com outras estratégias de ensino, os mapas de conceitos poderão facilitar a compreensão da natureza do conhecimento científico quer realçando o seu carácter evolutivo, despindo-o do seu carácter dogmático, quer ilustrando a forma como esse conhecimento é construído. Igualmente, a competência linguística nos paradigmas explicativos dos fenómenos é fomentada quando as proposições que ligam os conceitos são de natureza científica.

O desenvolvimento do espírito crítico e das habilidades de resolução de problemas através da utilização de mapas de conceitos, embora indicado por alguns investigadores, necessita ser confirmado. Também estratégias que ajudem os alunos a hierarquizar os conceitos e técnicas mais holísticas e qualitativas de avaliação precisam ser desenvolvidas.

Mas, apesar de alguns problemas levantados na sua utilização e de algumas potencialidades indicadas não estarem totalmente confirmadas o uso frequente de mapas de conceitos parece ter uma influência importante no incremento da aprendizagem das ciências, pelos estudantes, como indicam alguns estudos já realizados.

REFERÊNCIAS

- Arnaudin, M., Mintzes, J., Dunn, C. & Shafer, T. (1984). Concept Mapping in College Science Teaching. *Journal of College Science Teaching*, November.
- Ault, C.R. (1985). Concept Mapping as a Study Strategy in Earth Science. *Journal of College Science Teaching*, September/October.
- Ausubel, D., Novak, J. & Hanesian, H. (1980). *Psicologia Educacional*. Traduzido da 2ª edição

- para S. Paulo: Editora Interamericana.
- Brumby, M. (1983). Concept Mapping: Structure or Process? *Research in Science Education*, 13, 9-17.
- Champagne, A., Klopfer, L., Desena, A. & Squires, D. (1981). Structural Representations of Students Knowledge Before and After Science Instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 1, 97-111.
- Cronin, P., Dekkers, J & Dunn, J. (1982). A procedure for Using and Evaluating Concept Maps. *Research in Science Education*, 12, 17-24.
- Driver, R. & Erickson, G. (1983). Theories-in-Action: Some Theoretical and Empirical Issues in the Studies of Student's Conceptual Frameworks in Science. *Studies in Science Education*, 10, 37-60.
- Driver, R. Guesne, E. & Tiberghien, A. (1985). *Children's Ideas in Science*. Milton Keynes Open University Press
- Edwards, J. & Fraser, K. (1983). Concept Maps as Reflectors of Conceptual Understanding. *Research in Science Education*. 13, 19-6.
- Fensham, P., Garrard, J. & West, L. (1982). A Comparative Critique of Several Methods of Collecting Data for Cognitive Mapping. *Research in Science Education*. 12, 9-16.
- Finley, F., (1983). Science Processes. *Journal of Research in Science Teaching*. 20 (1), 47-54.
- Gilbert, J. & Watts, D. (1983). Concepts, Misconceptions and Alternative Conceptions: Changing Perspectives in Science Education. *Studies in Science Education*. 10, 61-98.
- Heinze-Fry, J., Crovello, & Novak, J. (1984). Integration of Ausubelian Learning Theory and Education Computing. *The American Biology Teacher*. , 46(3), 152-156.
- Helm, H. & Novak, J. (Eds). (1983). *Proceedings of the International Seminar-Misconceptions in Science and Mathematics*. Ithaca: Cornell University Press.
- Kelly, G. (1963). *A Theory of Personality: the Psychology of Personal Constructs*. London: W. W. Norton & Company.
- Kuhn, T. (1970). *The structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University Chicago Press. 2nd Edition enlarged.
- Klausmeir, H. (1980). *Learning and Teaching Concepts: a Strategie for Testing Applications of Theory*. London: Academic Press.
- Klausmeir, H. & Goodwin, W., (1977). *Manual de Psicologia Educacional: Aprendizagem e Capacidades Humanas*. São Paulo: Editora Harper & Row do Brasil, Lda.
- Lehman, J., Carter, C. & Kahle, J., (1985). Goncept Mapping, Vee Mapping and Achievement: Results of a Field Study With Black High School Students. *Journal of Research in Science Teaching*, 22(7), 663-673.
- Malone, J. & Dekkers, J., (1984). The Concept Maps as an Aid to Instruction in Science and Mathematics. *School Science and Mathematics*, 34(3).
- Mathews, V, Brook, Khan-Gandapur, T. (1934). Cognitive Structure Determinations as a Tool in Science Teaching. Part 1: A New Method of Creating Concept Maps. *European Journal of Science Education*, 6(2), 169-177.
- Mathews, V., Prook, Khan-Gandapur, T. (1934). Cognitive Structure Determinations as a Tool in Science Teaching. Part 2: The Measurement of Piaget Specific Levels. *European Journal of Science Education*. 6(3), 289-297.
- Novak, J. (1980). Learning Theory Applied to the Biology Classroom. *The American Biology Teacher*. 42(5).
- Novak, J. (1981). Applying Learning Psychology and Philosophy of Science to Biology Teaching. *The American Biology Teacher*. 43 (1)
- Novak, J., Gowin, B. & Johonsen, G., (1933). The use of Concept Mapping and Knowledge Vee Mapping With Junior High School Science Students. *Science Education*, 67(5), 625-645.

- Pfundt, H. & Duit, R., (1985). *Bibliography: Student's Alternative frameworks and Science Education*. Kiel: I.P.N.
- Ross, L., (1983). The "Intuitive Scientist" Formulation and its development Implication. Social Cognitive Development (Cambridge Studies in Social and Emotional Development). In Flavell, J., Ross, L. (Eds.). Cambridge. Cambridge University Press.
- Sequeira, M., Freitas, M., Leite, L. (1985). *The Use of Concept Mapping With Elementary School Children*. Paper presented at I Symposium on the Implication of Cognitive Science for the Education of Science Teachers, Kiel, West Germany .
- Sherris, J. & Kahle, J. (1984) . The Effects of Instructional Organization and Locus of Control Orientation and Meaningful Learning in High School Biology Students. *Journal of Research in Science Teaching*, 21(1) 85-94.
- Stuart, H. (1985). Should Concept Maps be Scored Numerically? *European Journal of Science Education*. 7(1), 73-81.
- Stuart, J. (1980). Teaching for Assessing and Representing Information in Cognitive Structure. *Science Education*, 64 (2), 223-235 .
- Stuart, J., Vankirk, J. & Rowell, R. (1979). Concept Maps. A Tool for Use in Biology Teaching. *The American Biology Teacher*. 41 (3) .
- Tamir, P., (1983) . Inquiry and The Science Teacher. *Science Education*, 67(53), 657-672.

CONCEPT MAPS AND THE TEACHING AND LEARNING OF SCIENCE

Abstract: The construction of concept maps plays a special role among the various techniques used both for the identification and characterisation of individual conceptual structures, and for the promotion of their reorganisation. The present paper presents a critical review of the theoretical and methodological problems raised by this technique, thereby drawing some conclusions on its relevance in science teaching and learning.

The authors conclude that, despite the occurrence of problems in the use of concept maps, and although some of its advantages are not yet fully confirmed, the potential effects of using concept maps are great. Therefore, the frequent use of concept maps allows the identification of learners' conceptual frames, thereby facilitating the teacher's intervention in reorganising and expanding them, in helping to establish connections between the learner's background knowledge and the new information to be acquired.

LES "CONCEPT MAP" ET L'ENSEIGNEMENT-APPRENTISSAGE DES SCIENCES

Résumé - Parmi les nombreuses techniques, utilisées au niveau de l'identification et de la caractérisation des structures conceptuelles individuelles ainsi que pour la promotion de leur réorganisation, il faut mettre en relief l'élaboration des "concept maps". Dans ce travail, on prétend présenter une révision critique des problèmes théoriques et méthodologiques que soulève cette technique, de façon à en retirer quelques conclusions relativement à son importance au niveau de l'enseignement-apprentissage des sciences. Les auteurs concluent que, bien que certains problèmes soulevés lors de son utilisation et que quelques potentialités indiquées ne soient pas totalement confirmées, l'utilisation fréquente permet l'identification de structures conceptuelles des étudiants, ce qui permet au professeur d'intervenir au niveau de sa réorganisation et de son amplification, tout en aidant les relations entre la nouvelle connaissance et celle déjà existante.