

O MAPA CONCEITUAL COMO INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

Marco A. Moreira*

INTRODUÇÃO

A avaliação da aprendizagem é, sem dúvida, uma das maiores dificuldades com que se depara o professor no processo instrucional. Perguntas como "o que avaliar?" "para que avaliar", "como avaliar" e "quando avaliar" acompanham, muitas vezes sem respostas claras, a atividade cotidiana do docente. A preocupação com a validade e fidedignidade dos instrumentos de avaliação é outra constante do dia-a-dia de muitos professores.

Tudo isso, no entanto, é geralmente referenciado por uma visão muito tradicional de avaliação que procura avaliar, quantitativamente, a aprendizagem através de instrumentos que usualmente são provas escritas.

Contrariamente a esse enfoque, neste trabalho propõem-se mapas conceituais como instrumentos não convencionais de avaliação, cujo uso implica um posicionamento mais qualitativo e, portanto, também não convencional frente à avaliação da aprendizagem.

O QUE SE ENTENDE POR MAPAS CONCEITUAIS ?

Mapas conceituais são diagramas bidimensionais mostrando relações hierárquicas entre conceitos de uma disciplina. São diagramas hierárquicos que procuram refletir, em duas dimensões, a estrutura ou organização conceitual de uma disciplina ou parte dela. Isto é, sua existência deriva da própria estrutura da disciplina.

Obviamente, "existem várias maneiras de traçar um mapa conceitual, i.e., existem diferentes modos de mostrar uma hierarquia conceitual em um diagrama. Além disso, mapas conceituais traçados por diferentes especialistas em uma mesma área provavelmente refletirão pequenas diferenças em compreensão e interpretação das relações entre os conceitos-cha-

*Do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

ve dessa área. O ponto importante é que um mapa conceitual deve ser sempre visto como 'um mapa conceitual' e não 'o mapa conceitual' de um dado conjunto de conceitos. Ou seja, qualquer mapa conceitual deve ser visto como apenas uma das possíveis representações de uma certa estrutura conceitual" (Moreira, 1983a).

Em um modelo que se baseia na idéia de diferenciação conceitual progressiva (Ausubel, 1979, 1980), a orientação é tal que os conceitos mais gerais e inclusivos aparecem no topo do mapa. Prosseguindo de cima para baixo, no eixo vertical, outros conceitos aparecem em ordem descendente de inclusividade até que, ao pé do mapa, chega-se aos conceitos mais específicos. Exemplos podem também aparecer na base do mapa. As linhas conectando conceitos sugerem relações entre os mesmos.

A figura 1 representa um mapa conceitual elaborado aproximadamente segundo este modelo, na área de Eletricidade e Magnetismo. Sobre algumas linhas que indicam relações entre conceitos foram escritas palavras ou equações que explicitam tais relações. Por exemplo, o campo elétrico e a força elétrica estão relacionados através da idéia de ação à distância.

Observe-se que, no exemplo da figura 1, nem todas as possíveis linhas indicando relações entre conceitos foram traçadas e muitos conceitos dessa área da Física foram deixados fora do mapa. Tudo isso para não prejudicar a clareza do mapa. Em um mapa conceitual existe sempre um compromisso entre clareza e completicidade.

Este modelo, portanto, propõe uma hierarquia vertical de cima para baixo, indicando relações de subordinação entre conceitos. Conceitos que englobam outros conceitos aparecem no topo, enquanto conceitos que são englobados por outros aparecem na base. Conceitos com aproximadamente o mesmo nível de generalidade e inclusividade aparecem na mesma posição vertical. O fato de que vários conceitos diferentes podem aparecer na mesma posição vertical dá ao mapa sua dimensão horizontal. Ou seja, ao longo das abscissas os conceitos são colocados de tal forma que fiquem mais próximos os que se constituem em diferenciação imediata de um mesmo conceito superordenado, enquanto que os mais remotos fiquem afastados horizontalmente. Na prática, dá-se prioridade ao ordenamento hierárquico vertical e, em razão disso, nem sempre é possível mostrar as relações horizontais desejadas. Assim, o eixo horizontal deve ser interpretado como menos estruturado, enquanto que o vertical reflete bem o grau de inclusividade dos conceitos. (Rowell, 1978).

Naturalmente, o modelo proposto não é único e não existem regras fixas a serem observadas na construção de mapas conceituais. Mapas conceituais não devem, no entanto, ser confundidos com diagramas de fluxo pois estes implicam seqüência temporal de operações, enquanto que mapas procuram mostrar relações entre conceitos. Mapas mostram relações hierárquicas entre conceitos; diagramas de fluxo mostram relações seqüenciais de operações. Da mesma forma, não devem ser confundidos com organogramas e outras configurações que possam parecer visualmente semelhantes a mapas. *Mapas conceituais, como o próprio nome sugere, referem-se a conceitos e relações entre conceitos.*

USOS DOS MAPAS CONCEITUAIS

De um modo geral, mapas conceituais podem ser usados como instrumentos de *ensino* ou de *avaliação* da aprendizagem. Além disso, podem também ser utilizados como auxiliares no planejamento e na análise do *currículo* (Stewart et alii, 1979).

"Como recursos instrucionais, os mapas propostos podem ser usados para mostrar as relações hierárquicas entre os conceitos que estão sendo ensinados em uma única aula, numa unidade de estudo ou em curso inteiro. Eles mostram relações de subordinação e superordenação que possivelmente afetarão a aprendizagem de conceitos. Eles são representações concisas das estruturas conceituais que estão sendo ensinadas e, como tal, provavelmente facilitarão a aprendizagem dessas estruturas.

Entretanto, contrariamente a textos e outros materiais instrucionais, mapas conceituais não dispensam explicações do professor.

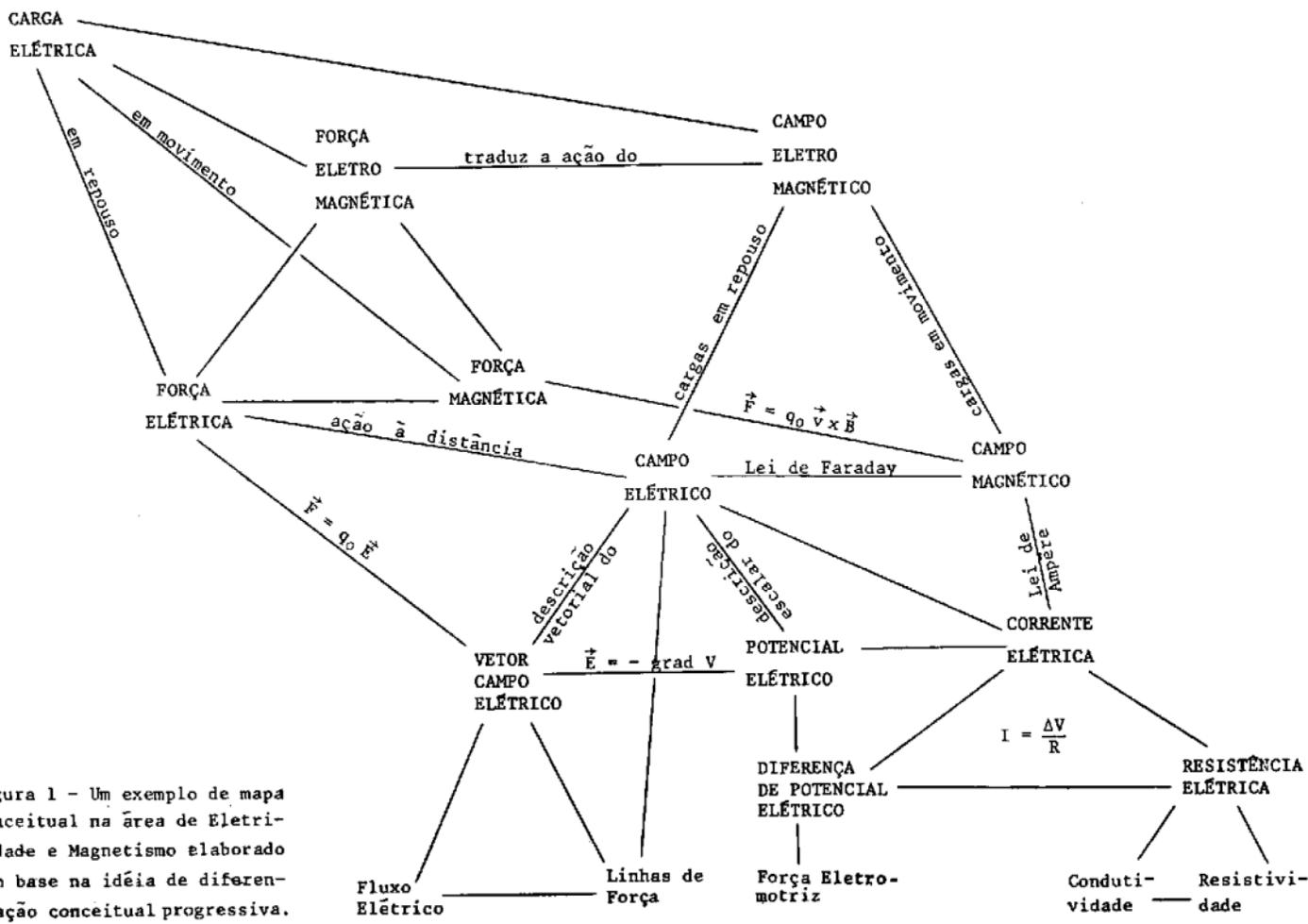


Figura 1 - Um exemplo de mapa conceitual na área de Eletricidade e Magnetismo elaborado com base na idéia de diferenciação conceitual progressiva.

Figura 1 - Um exemplo de mapa conceitual na área de Eletricidade e Magnetismo elaborado com base na idéia de diferenciação conceitual progressiva.

A natureza indiossincrática de um mapa conceitual, dada por quem faz o mapa (o professor), torna necessário que o professor explique ou guie o aluno através do mapa quando utiliza com recursos instrucional (Bogden, 1977). Além disso, apesar de que os mapas podem ser usados para dar uma visão geral prévia do que vai ser estudado, devem ser usados preferencialmente quando os alunos já têm uma certa familiaridade com o assunto. Nesse caso, eles podem ser usados para integrar e reconciliar relações entre conceitos e promover a diferenciação conceitual. Os conceitos e linhas ligando conceitos em um mapa conceitual não terão significado algum a menos que sejam explicados pelo professor e que os estudantes tenham, pelo menos, alguma familiaridade com a matéria de ensino". (Moreira, 1980, p. 478).

Maiores informações sobre o uso de mapas conceituais como recursos didáticos, incluindo exemplos adicionais em outras disciplinas além da Física, podem ser encontrados na monografia nº 2 da série Melhoria do Ensino (Moreira, 1983b, pp. 80-91), no capítulo 3 (pp. 44-51) do texto *Aprendizagem significativa; a teoria de David Ausubel* de Moreira e Masini (1982) e no capítulo 4 (pp. 74-84) do texto *Uma abordagem cognitivista ao ensino da Física* (Moreira, 1983).

Na seção seguinte, mapas conceituais são focalizados como instrumentos de avaliação. Seu uso como auxiliares no planejamento e análise do currículo são objeto de outro trabalho (Buchweitz, 1984).

MAPAS CONCEITUAIS COMO INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO

Passa-se agora à idéia básica deste trabalho que é de propor e exemplificar o uso de mapas conceituais na avaliação da aprendizagem. Avaliação não no sentido de testar conhecimento e atribuir uma nota ao aluno, a fim de classificá-lo de alguma maneira, mas sim no sentido de se obter informações sobre o tipo de estrutura que ele vê para um dado conjunto de conceitos. Para isso, o aluno pode ser solicitado a construir o mapa ou este pode ser obtido indiretamente através de suas respostas a testes escritos ou entrevistas orais.

Portanto, o uso de mapas conceituais como instrumentos de avaliação implica uma postura que para muitos difere da usual. Na avaliação através de mapas conceituais, a idéia principal é a de verificar o que o aluno sabe em termos conceituais, i.e., como ele estrutura, hierarquiza, diferencia, relaciona, discrimina, integra, conceitos de uma determinada unidade de estudo, tópico, disciplina, etc.

Aquilo que o aluno já sabe, i.e., seu conhecimento prévio, parece ser o fator isolado que mais influencia a aprendizagem subsequente (Ausubel, 1978). Se assim for, torna-se extremamente importante para a instrução avaliar, da melhor maneira possível, esse conhecimento. Mapas conceituais se constituem em uma visualização de conceitos e relações hierárquicas entre conceitos, a qual pode ser muito útil, para professor e aluno, como uma maneira de externalizar o que estudante já sabe. Obviamente, não se trata de uma representação precisa e completa do conhecimento prévio do aluno, mas, provavelmente, de uma boa aproximação.

Se entendermos a estrutura cognitiva de um indivíduo, em uma certa área de conhecimento, como o conteúdo e organização conceitual de suas idéias nessa área, mapas conceituais podem ser usados como instrumentos para representar a estrutura cognitiva do aprendiz.

Assim sendo, mapas conceituais serão úteis, não só como auxiliares na determinação do conhecimento prévio do aluno (i.e., antes da instrução), mas também para investigar mudanças em sua estrutura cognitiva durante a instrução. Dessa forma obtêm-se, inclusive, informações que podem servir de "feedback" para instrução e currículo.

As figuras 2 a 8 são exemplos de mapas conceituais construídos por alunos de Engenharia, em um curso de Eletricidade e Magnetismo, com a finalidade de prover informações sobre a evolução da estrutura cognitiva desses alunos ao longo do curso.

As figuras 2 e 3, por exemplo, foram obtidas em um estudo (Moreira, 1977), no qual o mesmo conteúdo foi apresentado sob diferentes enfoques, um baseado na teoria de Ausu-

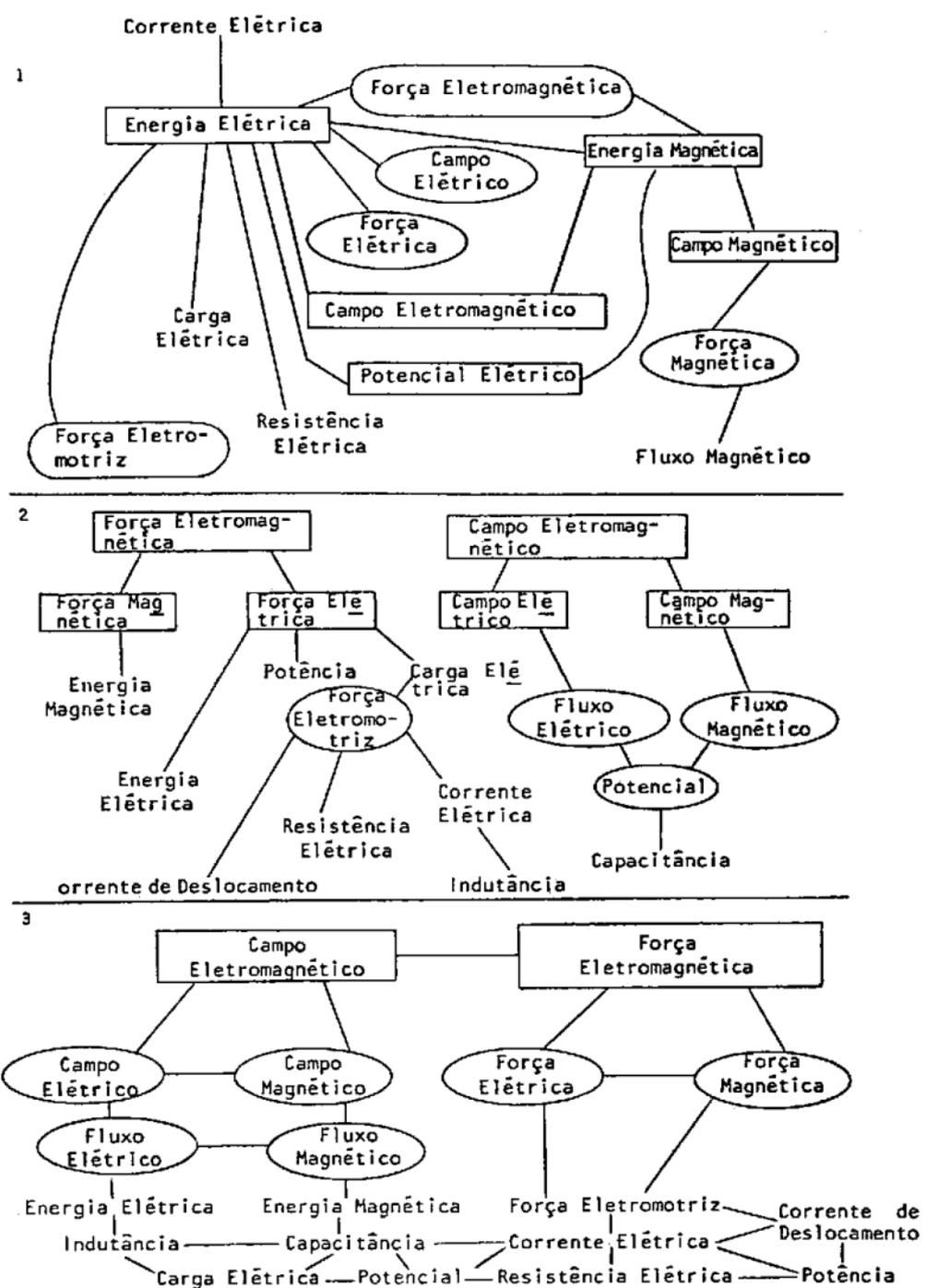


Figura 2 – Mapas conceituais traçados por um aluno que estudou o conteúdo de Eletricidade e Magnetismo sob uma abordagem ausubeliana; 1, 2 e 3 significam, respectivamente, antes, durante e após a instrução. (Moreira, 1977, 1979, 1983).

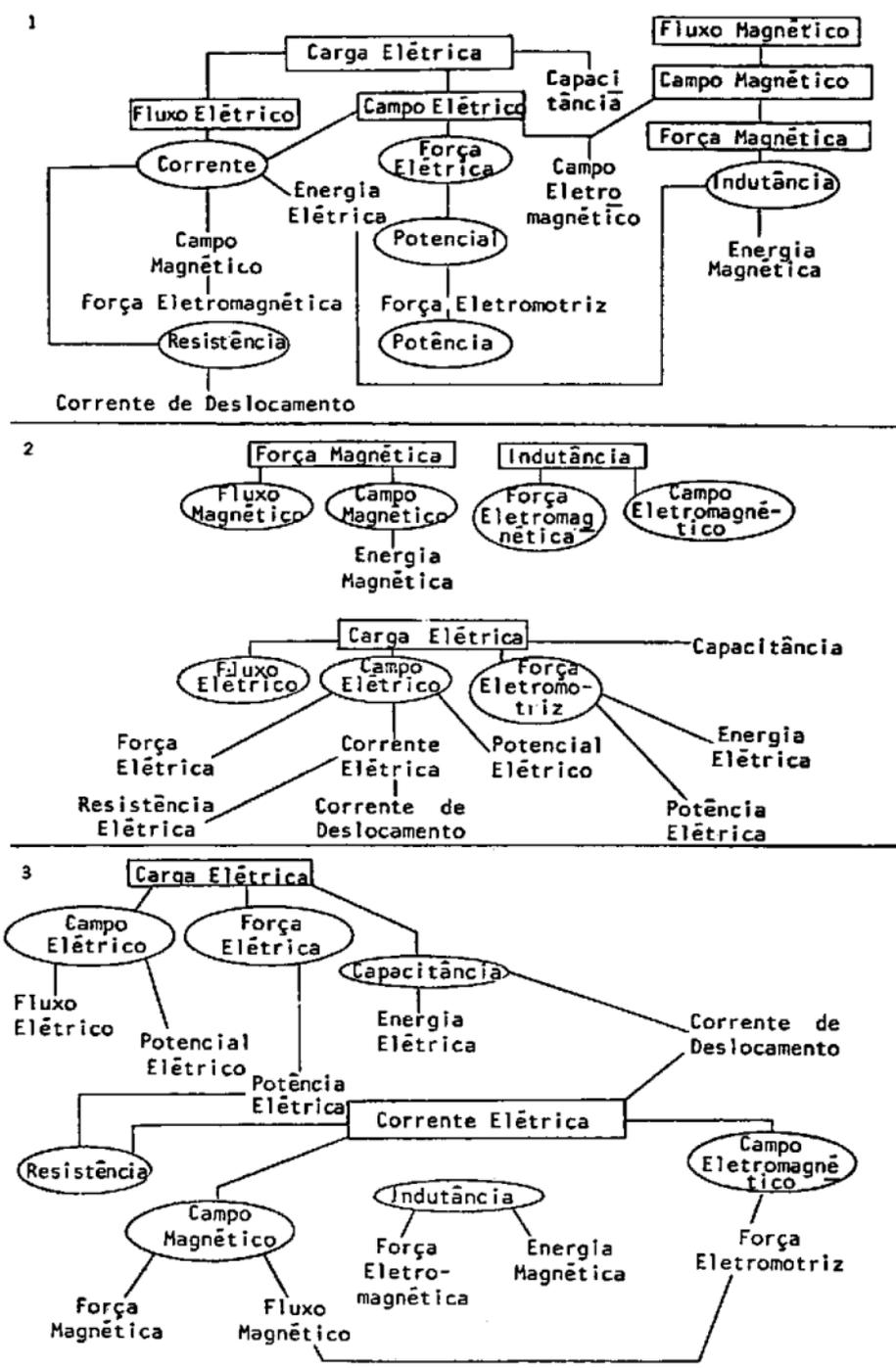


Figura 3 – Mapas conceituais traçados por um aluno que estudou o conteúdo de Eletricidade e Magnetismo sob uma abordagem convencional; 1, 2 e 3 significam, respectivamente, antes, durante e após a instrução. (Moreira, 1977, 1979, 1983).

bel¹ e outro o tradicionalmente encontrado em livros de texto a diferentes grupos de estudantes. Na figura 2 são mostrados os mapas de um aluno que estudou o conteúdo de Eletricidade e Magnetismo sob a abordagem ausubeliana, enquanto na figura 3 são apresentados os mapas de um aluno que estudou o mesmo conteúdo segundo a organização convencional. Ambas as figuras são representativas dos tipos de mapas traçados por alunos que estudaram o conteúdo sob uma ou outra abordagem:

"Comparando tais figuras poder-se-ia argumentar que os mapas da figura 2 sugerem uma tendência gradual em direção a uma hierarquia vertical, em que os conceitos mais gerais estão no topo e os mais específicos na base. Esta tendência, que parece não haver na figura 3, pode ser explicada pelo fato de que mapas conceituais com o mesmo tipo de hierarquia foram usados como recursos instrucionais na abordagem ausubeliana, enquanto que na abordagem convencional não foi usado esse tipo de recurso. Esta diferença, portanto, pode apenas refletir uma influência dos materiais instrucionais sobre a estrutura cognitiva dos alunos. Isso significa que essa diferença não implica em que os mapas da figura 2 sejam necessariamente melhores do que os da figura 3. Por outro lado, considerando as regras que os alunos deviam seguir, pode-se observar muitas diferenças nas figuras 2 e 3. Por exemplo, no último mapa da figura 2 os conceitos mais gerais são campo eletromagnético e força eletromagnética, enquanto que no mapa correspondente na figura 3 força eletromagnética é considerado um conceito específico e os conceitos gerais são carga elétrica e corrente elétrica. Obviamente, também neste caso, não se pode dizer que um aluno esteja certo e o outro errado, porém, este tipo de diferença pode estar sugerindo diferentes maneiras de organizar o conteúdo cognitivo em uma certa área, ou seja, diferentes estruturas cognitivas. É justamente isso que se procura através desse tipo de instrumento de avaliação". (Moreira, 1983a, p. 142).

As figuras 4, 5 e 6 foram obtidas em outra pesquisa (Ahumada, 1983; Moreira e Ahumada, 1983) na qual mapas conceituais foram usados como instrumentos de avaliação em um curso de Física Geral. Nesta pesquisa, foi solicitado aos alunos que construíssem mapas conceituais em três oportunidades ao longo do curso (aproximadamente no começo, no meio e no fim do curso), durante as quais eram também entrevistados pelo professor a fim de explicar seus mapas. Esse tipo de estratégia (entrevistas) foi possível porque a pesquisa foi conduzida em um curso individualizado. As figuras 4, 5 e 6 mostram os mapas de um mesmo aluno nessas três oportunidades. Esses mapas sugerem uma organização vertical que reflete claramente a ordem de apresentação dos conceitos no livro-texto (Hallyday & Resnick). Os três mapas têm a mesma estrutura e diferem apenas no número de conceitos que envolvem, refletindo uma forte influência do material instrucional sobre a estrutura cognitiva do aluno.

Exemplos adicionais são apresentados nas figuras 7 e 8. Tais figuras exemplificam os resultados obtidos em um estudo no qual se usaram mapas conceituais como instrumentos de ensino e avaliação (Moreira e Gobara, 1983). Diferentemente do estudo referido anteriormente (Moreira e Ahumada, 1983), os alunos, antes de construir seus próprios mapas, tiveram contato com mapas conceituais elaborados pelo professor com propósitos instrucionais. Um mapa semelhante ao da figura 1, por exemplo, foi usado nesta pesquisa como recurso instrucional. As figuras 7 e 8 são mapas de um mesmo aluno, traçados aproximadamente no meio e no fim do curso. Estes mapas parecem apresentar uma organização hierárquica do meio para as bordas. No primeiro, o conceito de carga elétrica ocupa uma posição central e parece estar rodeado por outros conceitos a ele subordinados. No segundo, além de carga elétrica, outros conceitos ocupam a parte central do mapa e ficam rodeados por conceitos subordinados.

Todos estes exemplos foram dados para ilustrar, da melhor maneira possível, as potencialidades do uso de mapas conceituais como instrumentos de avaliação.

¹ A abordagem ausubeliana enfatiza a diferenciação conceitual progressiva e a reconciliação integrativa.

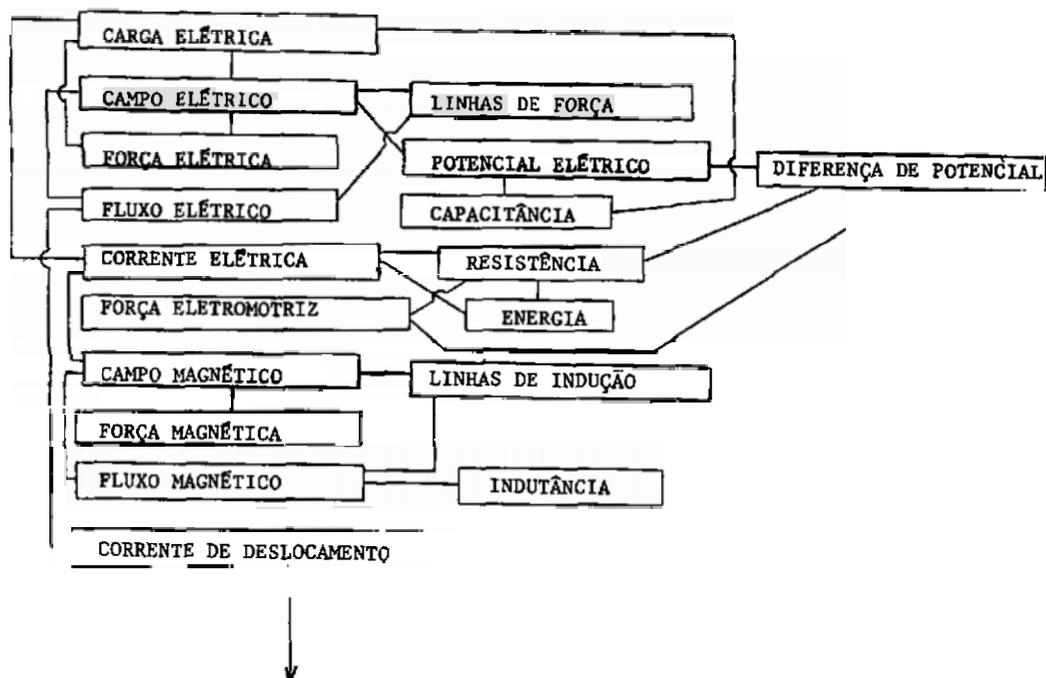


Figura 6 – Terceiro mapa traçado pelo estudante n.º 8; após a última unidade (20). (Ahu-
mada, 1983).

Entretanto, tais exemplos foram todos na área de Física e o leitor pode ter ficado com a impressão de que o uso de mapas conceituais é mais adequado para disciplinas com estruturas conceituais bem definidas como, por exemplo, a Física.

Não é este, absolutamente, o caso. Mapas conceituais podem ser usados em qualquer disciplina, pois todos possuem um conjunto de conceitos que as caracteriza. Mapas conceituais podem também ser usados como instrumentos de ensino ou avaliação em áreas como poesia ou romance (Moreira e Masini, 1982). Para ilustrar isso, apresentaremos a seguir mapas conceituais traçados por alunos de um curso de Literatura Americana².

As figuras 9 e 10 são mapas traçados por diferentes alunos mostrando como perceberam conceitualmente a história de "Rip Van Winckle" de W. Irving. O primeiro, figura 9, parece evidenciar uma compreensão razoável de texto do período romântico da Literatura Americana colocando como conceitos mais importantes natureza (*nature*) e cidade [civilização] (*town*). Na natureza são colocados a beleza (*beauty*), as montanhas (*mountains*), fenômenos naturais (trovões; *thunder*) e o próprio Rip cercado de seu cão (*dog*) Wolf – do objetivo de sua caça – os esquilos (*squirrels*) – e dos misteriosos (*mystery*) seres que habitam lugares fora da civilização – os duendes. Estes homens pequeninos lhe oferecem uma bebida mágica que o faz, por sono profundo (*deep sleep*), atravessar o tempo (*time*) – outro conceito chave importante – conturbado e sangrento, das lutas da independência (*revolutions*). Natureza e cidade se unem no tempo, mas se na cidade pessoas lutavam e morriam, na natureza mantinha-se a paz com um sono profundo de 20 anos (*20 years*).

O mapa da figura 10, por sua vez, coloca Rip como conceito central e a ele ligam-se todos os outros. Há, também nele, uma oposição entre cidade e natureza no conceito de tempo presente em Rip jovem (*young Rip*), Rip nas montanhas (*Rip in mountains*) e Rip velho (*old Rip*). Amigos (*friends*), crianças (*children*), o cachorro (*dog*) de estimação e sua esposa (*wife*) rabugenta estão na cidade; o cão, Rip, o caçador (*hunter*) de esquilos (*squirrels*), a natureza (*nature*), trovões (*thunder*), seres pequenos (*small people*) e sua estranha bebida (*strange potion*), o sono (*sleep*), os mistérios (*mystery*) e o tempo (*time*) passado sem sentir estão nas montanhas. Rip velho é quase uma simbiose de natureza-cidade: o tempo deu-lhe longa barba (*long beard*), amigos já mortos (*friends' death*), revolução (*revolution*), irreconhecimento da cidade e novos habitantes (*new inhabitants*), reconhecimento, afinal, de sua filha (*daughter*)³.

A Figura 11 é também o resultado de uma tarefa de avaliação no mesmo curso de Literatura Americana, porém refere-se à poesia "I reason, earth is short", de Emily Dickinson, assim interpretado pela professora com base em conversa com a aluna.

Como conceitos principais estão "Morte" (*Death*) e "Vida" (*Life*) colocados a um mesmo nível, havendo uma conexão entre todos os conceitos.

Entre "Morte" e "Vida", o ser presente – "Eu" (*I*) – com a idéia de "decadência" (*decay*) ligada à "morte" e a de "vitalidade" (*vitality*), à vida, "angústia" (*anguish*) e "mágoa" (*hurt*) unem-se tanto ao conceito de "vida" como ao de "morte", sendo que dores e angústias do "eu" encurtam-lhe o caminho pela terra, e esta passa a ser pequena. "Terra" (*earth*) e "céu" (*heaven*) são mostrados, não como opostos, mas como componentes de uma "equação nova" (*new equation*) expressa pela igualdade das funções (vida; vitalidade, dor, terra) e (morte; decadência, céu).

O mapa não explicita a pergunta final das três estrofes "Mas e daí?" (*But what of that?*).

² Disciplina Inglês VI ministrada pela Profa. M.M. Moreira na UNISINOS no 1º semestre de 1983.

³ Estas interpretações (parciais) destes mapas foram feitas por um especialista (a professora), a fim de ilustrar o tipo de inferência, sobre a compreensão do texto, que se pode fazer com a informação neles contidas. Naturalmente, na medida em que o aluno explicar, por escrito ou oralmente, seu mapa, este será um instrumento de avaliação muito mais valioso para o professor. Assim como no caso de serem usados como recurso instrucional, mapas conceituais serão mais úteis na avaliação se forem explicados.

RIP VAN WINCKLE

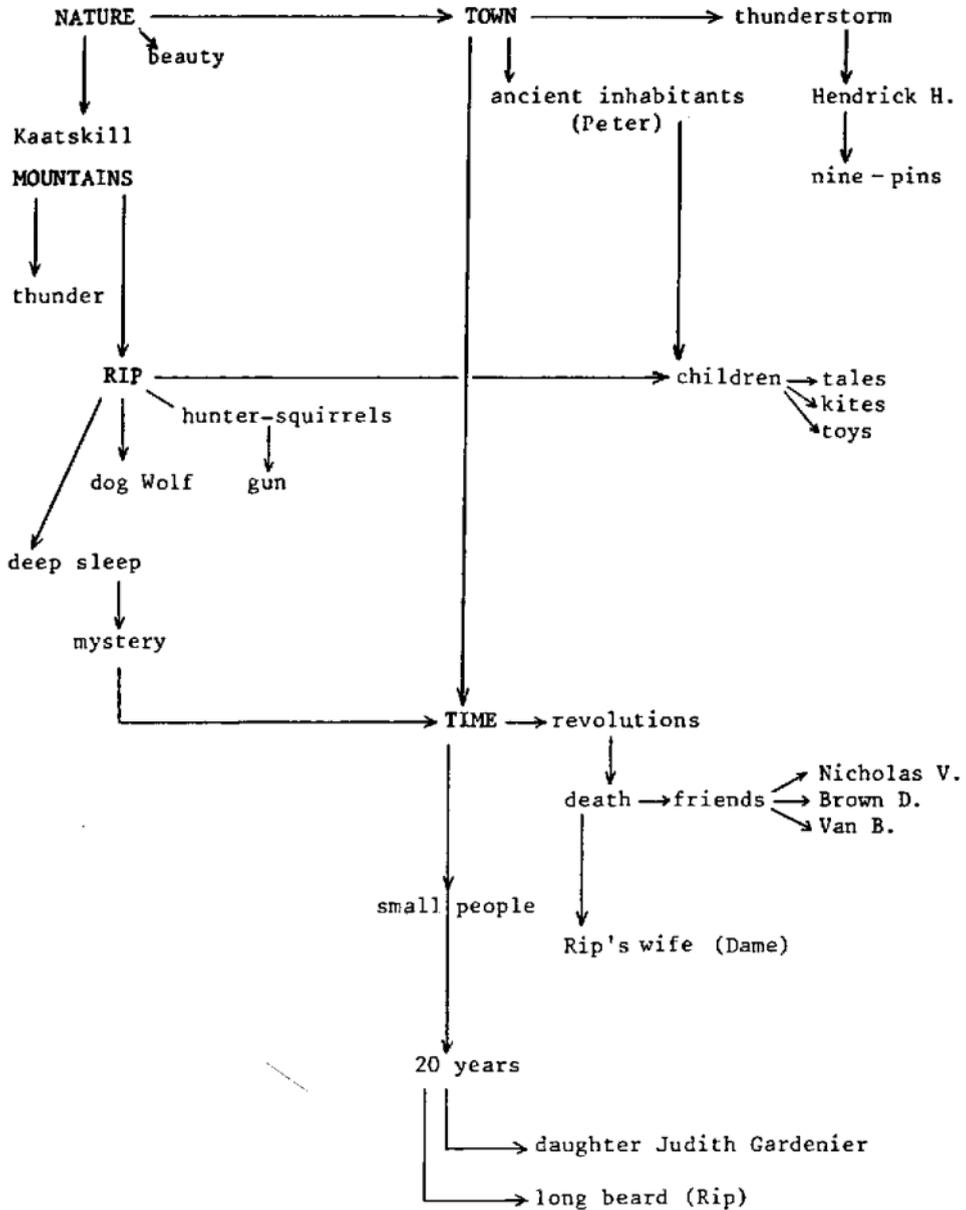


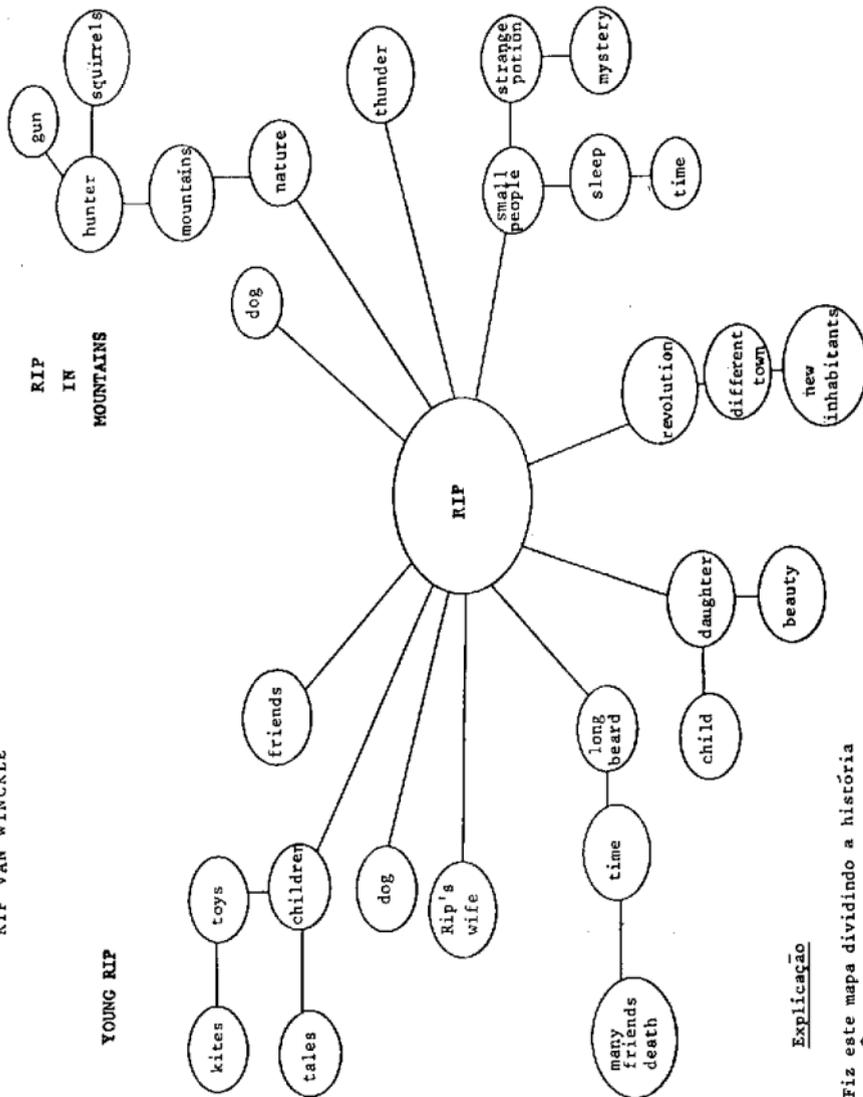
Figura 9 -- Um mapa conceitual para "Rip Van Winckle" (W. Irving). Ivete Ester Theissen; Inglês VI; UNISINOS; 1983.

RIP VAN WINCKLE

RIP
IN
MOUNTAINS

YOUNG RIP

OLD RIP



Explicação

Fiz este mapa dividindo a história em três partes:
 * Rip jovem
 * Rip nas montanhas
 * Rip velho

Figura 10 — Um mapa conceitual para “Rip Van Winckle” (W. Irving) Maria Elissa Seger; Inglês VI; UNISINOS; 1983.

I REASON, EARTH IS SHORT

I reason, earth is short,
And anguish absolute,
And many hurt;
But what of that?

I reason, we could die:
The best vitality
Cannot excel decay;
But what of that?

I reason that in heaven
Somehow, it will be even,
Some new equation given
But what of that?

Emily Dickinson

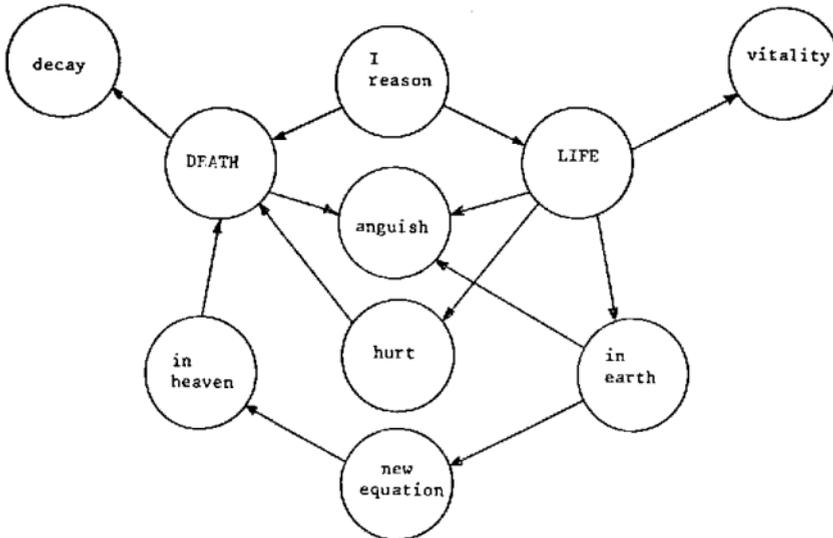


Figura 11 – Um mapa conceitual para “I reason, Earth is Short” (E. Dickinson). Vera Luiza Kelsch; Inglês VI, UNISINOS; 1983.

A colocação do "Eu raciocino" (*I reason*), no início das três estrofes, entre o problema básico do ser pensante, traz implícita a pergunta "Mas e daí?" e a resposta será encontrada quando se conseguir igualar, em uma nova equação, as funções vida e morte.

Não se encontra no mapa, ligado à vida, o conceito de transitoriedade, traduzido pela palavra "curta" (*short*) que apresenta vida (terra) ligada a tempo em oposição à morte (céu), livre de limites temporais.

CONCLUSÃO

Mapas conceituais foram aqui propostos como instrumentos de avaliação da aprendizagem. Pode-se solicitar ao aluno que faça um mapa conceitual do conteúdo de uma unidade de estudo, de uma aula, de um romance, de artigo de pesquisa, enfim, as possibilidades são muitas. O tipo de informação que se obtém é, em princípio, qualitativo, porém, provavelmente, mais útil do que respostas memorizadas dadas a um teste convencional. O mapa conceitual é um instrumento simples que permite logo ao professor saber "onde está o aluno". Se houver oportunidade de discutir o mapa com o aluno, os resultados poderão ser surpreendentes em termos de uma verdadeira avaliação da aprendizagem.

É óbvio que o aluno precisa saber o que significa um mapa conceitual. Para isso, nada melhor que o uso, como recurso didático, de mapas conceituais pelo professor.

É claro, também, que a avaliação através de mapas conceituais pode ser quantificada, isto é, pode-se atribuir escores aos mapas. Para isso basta que se estabeleçam critérios como, por exemplo, de que os conceitos sejam hierarquizados. Prefere-se, no entanto, não discutir aqui esta possibilidade, pois não é de quantificação que a avaliação está precisando, mas de novas idéias sobre o assunto. O uso de mapas conceituais é uma nova idéia e se o leitor ainda duvida que possam ser usados como recurso de avaliação, experimente fazer um.

Finalmente, cabe ainda registrar que apesar de os exemplos dados neste trabalho referirem-se ao ensino universitário, mapas conceituais podem ser usados tanto na escola secundária como na primária. Novak e Gowin (1983), por exemplo, apresentam mapas conceituais construídos por criança de escola elementar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHUMADA, W.E. (1983) *Mapas conceituais como instrumentos para investigar a estrutura cognitiva em Física*. Dissertação de Mestrado não publicada, Instituto de Física da UFRGS.
- AUSUBEL, D. P.; J. D. NOVAK e H. HANESIAN. (1978) *Educational psychology a cognitive view*. 2nd. ed. New York: Holt, Rinehar and Winston. Trad. (português) *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro, Interamericano, 1980.
- BOGDEN, C.A. (1977) *The use of concept mapping as a possible strategy for instructional design and evaluation in college genetics*. Unpublished M. Sc. thesis, Cornell University.
- BUCHWEITZ, B. (1984) Mapas conceituais como instrumentos para planejamento e análise de currículo. *Melhoria do Ensino*, nº 25.
- MOREIRA, M.A. (1977) *An ausubelian approach to physics instruction: an experiment in an introductory college course in eletromagnetism*. Unpublished Ph.D. thesis, Cornell University.
- MOREIRA, M.A. (1979) Concept maps as tools for teaching. *Journal of College Science Teaching*, 8 (5): 283-86.
- MOREIRA, M.A. (1980) Mapas conceituais como instrumentos para promover a diferenciação conceitual progressiva e a reconciliação integrativa. *Ciência e Cultura*, 32 (4): 474-79.

- MOREIRA, M.A. E MASINI, ELCIE, F.S. (1980) *Aprendizagem significativa; a teoria de aprendizagem de David Ausubel*. São Paulo, Moraes, 112 p.
- MOREIRA, MARCO A. e AHUMADA, G.; WALDO, E. (1983) Concept maps as tools for evaluation in physics teaching. Paper presented at the International Seminar on Physics Education, Caracas, Venezuela, August.
- MOREIRA, MARCO A. e GOBARA, SHIRLEY T. (1983) Concept maps as instructional tools in physics teaching. Paper presented at the International Seminar on Physics Education, Caracas, Venezuela, August.
- MOREIRA, MARCO A. (1983a) *Uma abordagem cognitivista ao ensino da Física; a teoria de aprendizagem de David Ausubel como sistema de referência para a organização do ensino de ciências*. Porto Alegre, Editora da Universidade, UFRGS, 189 p.
- MOREIRA, M.A. (1983b) *Ação docente na universidade: textos relativos a componentes básicos do ensino*. Porto Alegre, Editora da Universidade, 214 p.
- NOVAK, J. D. (1981) *A theory of education*. Ithaca, N.Y., Cornell University Press, 1977. Trad. *Uma teoria de educação*. São Paulo, Pioneira.
- NOVAK, J. D. e GOWIN, D.B. (1983) *Learning how to learn*. In press, Cambridge University Press.
- ROWELL, R. M. (1978) *Concept mapping: evaluation of children's science concepts following Audio-Tutorial instruction*. Unpublished Ph.D. thesis, Cornell University.
- STEWART, J., VAN KIRK, J. e ROWELL, R. (1979) Concept maps: a tool for use in biology teaching. *The American Biology Teacher*, 41(3): 171-7.