

Influência da Organização do Conteúdo sobre a Aprendizagem Cognitiva do Aluno: Um Estudo Comparativo*

SONIA SILVEIRA PEDUZZI

Departamento de Física, UFSC, Florianópolis

MARCO ANTONIO MOREIRA

Instituto de Física, UFRGS, 90000 Porto Alegre, RS

Recebido em 7 de Dezembro de 1981

An experiment was carried out in order to investigate possible differences, concerning student's cognitive learning, which could arise from two different approaches to the organization of the content of electricity and magnetism: one based on the learning theory of David Ausubel and the other the traditional one. The experiment was performed with students enrolled in the Physics III course of UFSC.

A posttest concerning the whole content of electricity and magnetism, the regular quizzes of the Physics III course, and a word (concept) association test (WAT) were used as measurement instruments. Data from the word association test, analysed through multidimensional scaling (MDS) and hierarchical clustering analysis (HCA), provided a "cognitive mapping" of the concepts used in the research. WAT data were also analysed in terms of means and variances.

Research findings were slightly favorable to Ausubel's theory in terms of course achievement and posttest scores. In addition, the index of withdrawals was much higher in the group that received instruction according to the traditional approach to content organization.

* Trabalho parcialmente financiado pela FINEP.

Um experimento foi realizado para investigar possíveis diferenças, quanto à aprendizagem cognitiva do aluno, que poderiam decorrer de dois enfoques distintos à organização do conteúdo de Eletricidade e Magnetismo: uma abordagem tradicional e outra baseada na teoria de aprendizagem de David Ausubel. O experimento foi efetuado com estudantes de Física III da UFSC.

Como instrumento de medida foram usados um pós-teste sobre o conteúdo estudado, as provas regulares da disciplina e um teste de associação escrita de conceitos (TAEC). Os dados deste último, analisados através das técnicas de análise multidimensional (AMD) e análise de agrupamentos hierárquicos (AAH), fornecem um "mapeamento cognitivo" dos conceitos usados na pesquisa. Os dados do TAEC foram também analisados em termos de médias e variâncias.

Os resultados mostraram-se ligeiramente favoráveis à teoria de Ausubel quanto aos escores das provas do pós-teste. Além disso, o Índice de desistências foi acentuadamente mais alta no grupo que recebeu a instrução pela abordagem tradicional.

1. INTRODUÇÃO

A organização seqüencial do conteúdo na maioria dos cursos introdutórios e livros de texto de Eletricidade e Magnetismo começa com Eletricidade, após, passa para Magnetismo e termina com Eletromagnetismo. Conceitos específicos como carga e força elétricas são apresentados no início do curso, enquanto que as equações que descrevem todos os fenômenos eletromagnéticos (equações de Maxwell) são analisadas em conjunto só no fim do curso.

Em contraposição ao enfoque tradicional, a organização de um corpo de conhecimento segundo a teoria de aprendizagem de David Ausubel¹ apresenta uma estrutura bem diferente. Começa com os fenômenos, conceitos e equações mais gerais e inclusivos (no caso de Eletromagnetismo, força e campo eletromagnéticos e equações de Maxwell), para servir de ancoradouro conceitual à aprendizagem subsequente. Após, eles são progressivamente diferenciados, e os conceitos a eles subordinados são in-

introduzidos, porém, sem perder a visão do todo. Segundo Ausubel este procedimento deve ser usado não só na organização do conteúdo como um todo, mas também na organização sequencial de cada unidade. Além desta "diferenciação progressiva"¹ deve ser promovida também a "reconciliação integrativa"¹ na programação do conteúdo, ou seja, explorar explicitamente relações entre fenômenos e conceitos, apontando diferenças e similaridades entre eles, e fazer freqüentes referências aos aspectos gerais.

Para Ausubel, o mais importante fator influenciando a aprendizagem é o que o aprendiz já conhece e para uma nova informação ser aprendida significativamente ela deve ser relacionável com aspectos relevantes de sua estrutura de conhecimento (estrutura cognitiva).

2. O EXPERIMENTO

A presente pesquisa foi realizada durante o segundo semestre de 1979, na UFSC, na disciplina de Física III, cujo conteúdo é Eletricidade e Magnetismo. Para tal, foram usadas duas turmas dessa disciplina, formando os grupos experimental e de controle. O primeiro desses grupos tinha 45 alunos e o segundo 44. Ambos tiveram ensino expositivo convencional com o mesmo professor. Antes e após a instrução os dois grupos foram submetidos aos mesmos pré e pós-testes. A diferença no tratamento aos dois grupos esteve na abordagem ao conteúdo de Eletricidade e Magnetismo. Foram adotados dois enfoques diferentes: para a turma de controle, uma abordagem tradicional, baseada no livro-texto Física, Vol. III de Halliday e Resnick² e, para o grupo experimental, uma abordagem baseada na teoria de aprendizagem de David Ausubel.

O objetivo deste estudo foi o de investigar diferenças, quanto à aprendizagem cognitiva do aluno, que poderiam decorrer dessas duas abordagens à organização do conteúdo. A partir disso, tentou-se responder questões como:

- Haveria diferença estatisticamente significativa nos escores médios, das duas turmas de alunos considerados (experimental e de controle), no pós-teste e nas questões das avaliações normais da disciplina comuns aos dois grupos?

- O índice de desistência e a atitude em relação ao curso diferiria nos dois grupos?

- O mapeamento cognitivo dos conceitos-chave de **Eletricidade** e **Magnetismo** seria diferente entre os dois grupos de estudantes?

O tratamento (organização do conteúdo) foi a variável independente, enquanto que os resultados do pós-teste e de uma prova comum às duas turmas, o mapeamento cognitivo obtido através da análise de dados do Teste de Associação Escrita de Conceitos, (TAEC)³ e o índice de desistências foram as variáveis dependentes.

Como os alunos não foram selecionados aleatoriamente, foi aplicado um pré-teste sobre todo o conteúdo de Eletricidade e Magnetismo com a finalidade de detectar diferenças entre eles. Na tabela 1 são apresentados os dados do pré-teste. O coeficiente de fidedignidade α^4 deste teste foi de 0,65. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas ao nível 0,05 de significância.

Tabela 1 - Escores no pré-teste

Grupo \ Estatística	N	\bar{X}	s	s ²	F	Sig. ao nível 0,05	t	Sig. ao nível 0,05
Experimental	39	6,82	3,45	11,90	1,02	não	0,26	não
Controle	38	6,61	3,49	12,18				

Um **opiniário**⁵, analogamente ao pré-teste, foi aplicado antes de qualquer instrução, visando verificar se havia diferença entre os dois grupos na atitude para com o curso. No **opiniário**, os alunos deveriam se posicionar, em uma escala de 1 a 5 pontos, quanto à sua concordância ou discordância com cada afirmação dada.

A análise do **opiniário** foi realizada atribuindo um "escore de atitude" para cada aluno, de acordo com a Escala Likert⁶. Fez-se a comparação entre os "escores de atitude" para os dois grupos. A tabela 2 apresenta as médias e os desvios-padrão para os mesmos. Não houve diferença estatisticamente significativa a nível 0,05.

Tabela 2 - Médias e desvios-padrão para os escores do opinário

Grupo	N	\bar{X}	s	s ²	F	Sig.ao nível 0,05	t	Sig.ao nível 0,05
Experimental	44	106,00	13,00	162	1,39	não	0,53	não
Controle	36	104,33	15,01	225				

Além dos testes usuais para fins de avaliação na disciplina, foi também usado o teste de Associação Escrita de Conceitos (TAEC)^{3, 7, 8} que analisado através das técnicas de Análise Multidimensional (AMD)^{7, 9, 10} e Análise de Agrupamentos Hierárquicos (AAH)^{11, 12}, fornece um "mapeamento cognitivo" dos conceitos usados. Ou seja, uma representação gráfica da organização conceitual de um corpo de conhecimento na mente das pessoas⁸.

3. RESULTADOS

Os resultados são apresentados em termos do desempenho dos alunos e do mapeamento cognitivo. O desempenho foi avaliado através dos resultados de uma prova composta por 26 questões comuns às avaliações das duas turmas, do pós-teste e do índice de desistências. O mapeamento cognitivo foi feito através da análise dos dados obtidos com o teste de associação escrita de conceitos (TAEC).

3.1. Desempenho dos alunos

A tabela 3 mostra os escores médios dos alunos na prova formada por 26 questões comuns aos dois grupos, tiradas das provas normais de avaliação dos alunos na disciplina. O coeficiente de fidedignidade α^4 desta prova é 0,79. Como se pode ver, os dados apresentados nesta tabela mostram que a média do grupo experimental foi um pouco maior do que a do grupo de controle, porém, a diferença não foi estatisticamente significativa ao nível 0,05.

Tabela 3 - Escores médios na prova formada por questões comuns aos dois grupos

Grupo \ Estatística	N	\bar{X}	s	s^2	F	Sig.ao nível 0,05	t	Sig.ao nível 0,05
Experimental	45	46,5	13,5	179,56	1,89	sim	0,81	não
Controle	38	43,6	18,4	338,56				

A tabela 3 mostra que a variância dos escores do grupo de controle foi maior do que a do grupo experimental e que a diferença entre elas foi estatisticamente significativa ao nível 0,05. Isto significa que no grupo experimental os escores estiveram menos "espalhados" (menor variabilidade) do que no grupo de controle. Esta constatação, aliada ao fato de que a média do grupo experimental foi superior (embora a diferença não tenha sido significativa), talvez esteja a sugerir um melhor desempenho deste grupo nas verificações normais da disciplina.

A tabela 4 apresenta os escores médios no pós-teste, para os dois grupos. O coeficiente de fidedignidade encontrado é 0,66. Não foram detectadas diferenças estatisticamente significativas ao nível 0,05, porém cabe destacar o expressivo ganho apresentado pelos dois grupos em relação ao pré-teste (ver tabela 1), sugerindo que o ensino de fato fez diferença em ambos os casos.

Ainda em relação à tabela 4 cabe chamar a atenção para o fato de que a variância do grupo de controle foi quase o dobro da do grupo

Tabela 4 - Escores médios no pós-teste

Grupo \ Estatística	N*	\bar{X}	s	s^2	F	Sig.ao nível 0,05	t	Sig.ao nível 0,05
Experimental	39	26,5	3,6	12,96	1,78	não	0,20	não
Controle	32	26,3	4,8	23,04				

* O número de alunos dos grupos experimental e de controle que consta na tabela 4 não é igual ao número de alunos não desistentes no curso (tabela 5), porque nem todos os alunos que completaram o curso responderam ao pós-teste.

experimental (embora a diferença não tenha sido significativa ao nível 0,05), enquanto que no pré-teste (tabela 1) elas foram praticamente iguais. Este resultado é coerente com o relativo à maior variabilidade dos escores do grupo de controle na prova formada pelas questões comuns (tabela 3).

A tabela 5 mostra as frequências observadas para o número de estudantes que completou o curso e o número que desistiu antes do término do mesmo. Estudantes que completaram o curso são aqueles que participaram deste até o fim do semestre, quer tenham passado ou não no mesmo.

Tabela 5 - Desistentes versus não desistentes em cada grupo: frequências observadas

	Não desistentes	Desistentes	Total
Experimental	45	0	45
Controle	38	6	44
Total	83	6	89

Aplicando o Teste de Fisher¹³ à tabela 5, obtém-se $p=0,01$, ou seja, existe uma probabilidade de apenas 1% de que as frequências constantes na tabela 5 tenham ocorrido por acaso. Este resultado mostra que a desistência no grupo de controle parece ter sido, de fato, maior do que no grupo experimental (onde nenhum aluno desistiu). Talvez essa diferença possa ser atribuída, pelo menos em parte, a uma maior aceitação (ou motivação) causada pela abordagem ausubeliana.

3.2. Mapeamento cognitivo

A seguir são apresentados os resultados da aplicação da análise multidimensional (AMD) aos dados do teste de associação escrita de conceitos (TAEC) do grupo de controle. Tais resultados encontram-se nas figuras 1 e 2. Nestas figuras, os conceitos são representados pelos seus símbolos: q - carga elétrica, \vec{E} - campo elétrico, \vec{F}_E - força elétrica, V - diferença de potencial elétrico, R - resistência, I - corrente elétrica, LF - linhas de força, ϕ_E - fluxo elétrico, ϵ - força eletromo-

triz, C - capacitância, \vec{B} - indução magnética, ϕ_B - fluxo magnético, \vec{F}_B - força magnética.

Os conceitos da figura 1 estão bastante espalhados, revelando que os alunos relacionavam pouco os **mesmos** antes da instrução.

Após a instrução, o mapeamento cognitivo do grupo de controle (figura 2) apresenta três agrupamentos bem distintos: $\{\vec{E}, q, \dot{E}, \phi_E\}$ $\{R, V, I, E\}$, $\{\vec{B}, \phi_B, \vec{F}_B\}$ e os conceitos de linha de força $\{LF\}$ e **capacitância** $\{C\}$, isolados. O primeiro aglomerado é formado por conceitos da Eletrostática, o segundo de conceitos relativos a circuitos elétricos, e o terceiro por conceitos do Magnetismo.

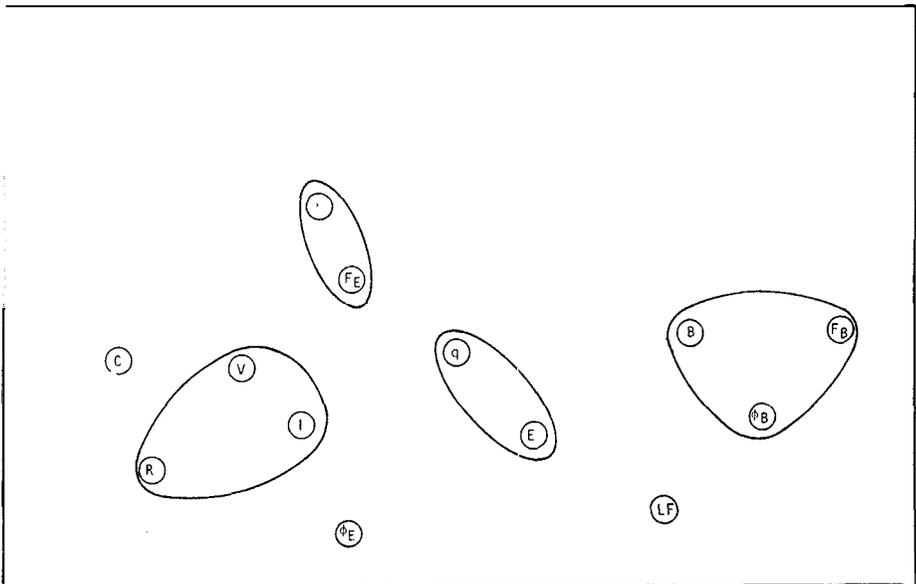


Fig.1 - Mapeamento cognitivo do grupo de controle fornecido pelo TAEC, anterior à instrução.

As figuras 3 e 4 mostram os resultados da aplicação da análise de agrupamentos hierárquicos (AAH) ao TAEC do grupo de controle

A AAH fornece uma escala hierárquica de "interações", ou seja, fornece a ordem de prioridade com que os conceitos se agrupam dentro dos aglomerados. Para o TAEC, as interações mais fortes ocorrem nos níveis

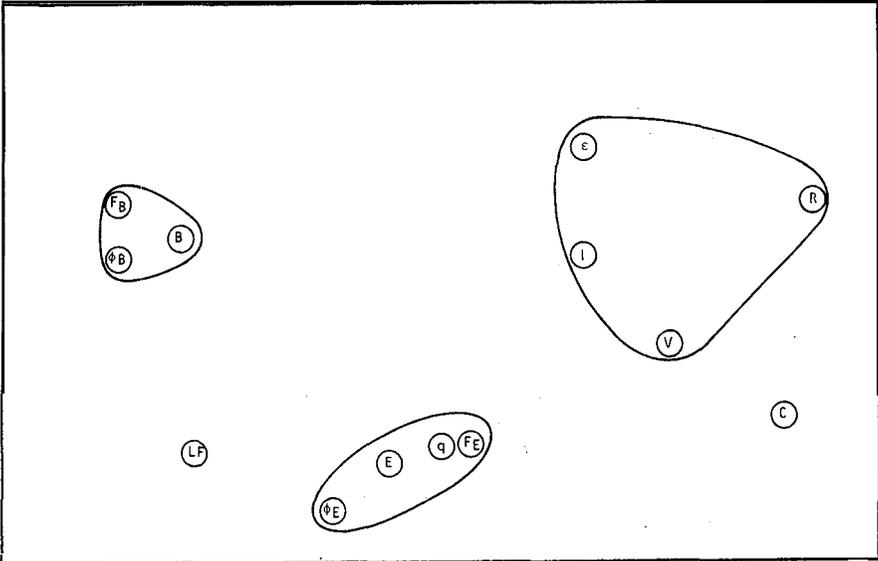


Fig.2 - Hapeamento cognitivo do grupo de controle fornecido pelo TAEC, após a instrução.

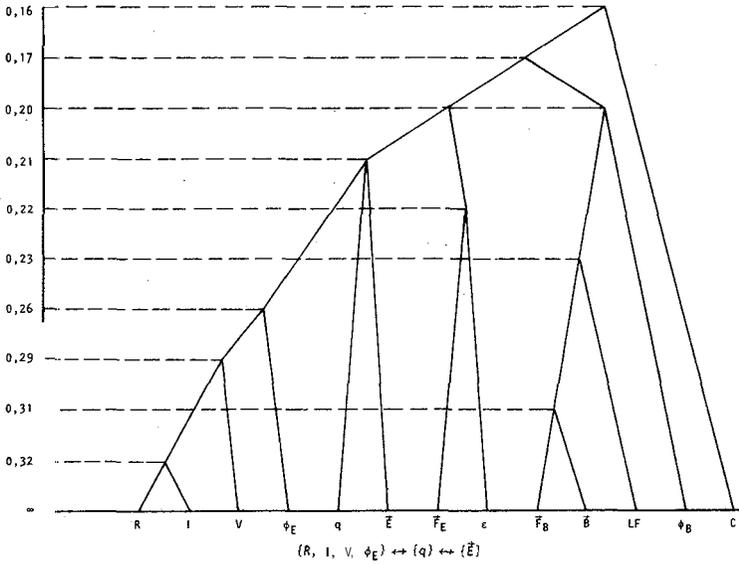


Fig.3 - Agrupamentos hierárquicos do grupo de controle fornecido pelo TAEC, anterior à instrução.

maiores e, à medida que os níveis decrescem, a formação dos aglomerados se torna "menos confiável". Na figura 3, o maior grau de relacionamento entre os conceitos está no nível 0,32, entre os conceitos R e I , já que o primeiro nível (∞) é considerado apenas como o nível de referência.

Podem ser vistos na figura 3 os seguintes aglomerados: $\{R, I, V, \phi_E\}$, $\{q, \vec{E}\}$, $\{\vec{F}_E, \epsilon\}$, $\{\vec{F}_R, \vec{\delta}, LF, \phi_B\}$ e o conceito de capacitância, $\{C\}$, sozinho. Os aglomerados formados, basicamente, são os mesmos já observados nos resultados da AMD para este grupo, antes da instrução.

Ao ser construída a figura 3, obteve-se o conceito de carga elétrica $\{q\}$ relacionado com o de campo elétrico $\{\vec{E}\}$ e com o aglomerado $\{R, I, V, \phi_E\}$, no nível 0,21, porém R, I, V, ϕ_E e $\{\vec{E}\}$ não estavam relacionados neste mesmo nível. Isto pode ser representado pelo seguinte esquema:

$$\{R, I, V, \phi_E\} \longleftrightarrow \{q\} \longleftrightarrow \{\vec{E}\}$$

onde o sinal \longleftrightarrow indica relacionamento apenas entre os agrupamentos para os quais estão dirigidas as setas.

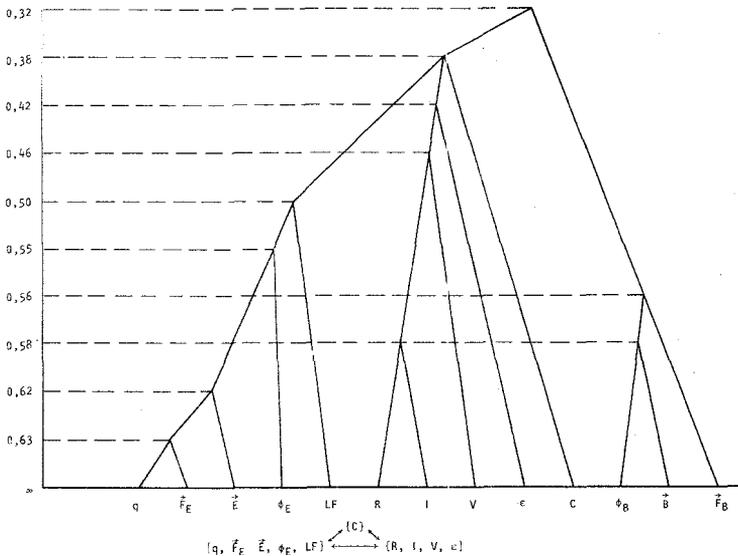


Fig.4 - Agrupamentos hierárquicos do grupo de controle fornecido pelo TAEC, após a instrução.

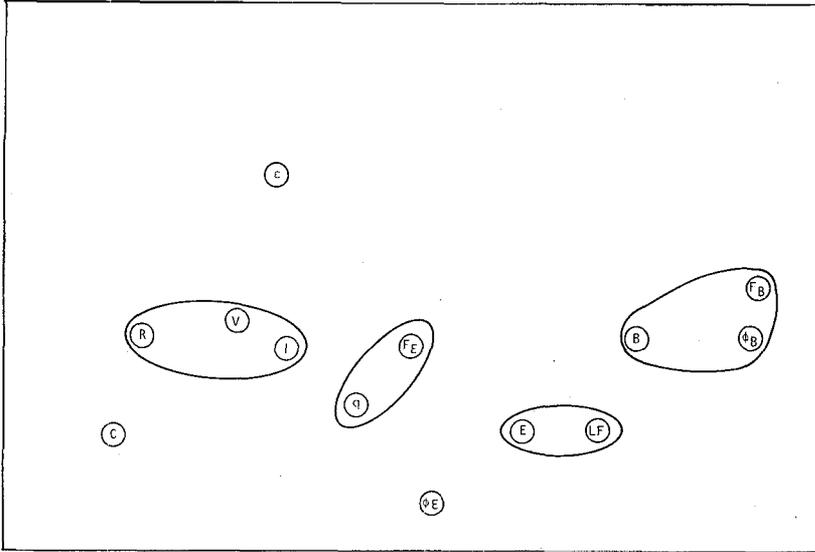


Fig.5 - Hapeamento cognitivo do grupo experimental fornecido pelo TAEC, anterior à instrução.

Analisando a AAH para o grupo de controle após a instrução (figura 4) vê-se que os alunos relacionaram, em primeiro lugar, carga elétrica $\{q\}$ com força elétrica $\{\vec{F}_E\}$, para depois acrescentar campo elétrico $\{\vec{E}\}$ ao agrupamento $\{q, \vec{F}_E\}$. A seguir, agruparam fluxo elétrico $\{\phi_E\}$ e linhas de força $\{LF\}$, respectivamente a $\{q, \vec{F}_E, \vec{E}\}$. A sequência com que foi formado o agrupamento constituído de conceitos de Eletrostática $\{q, \vec{F}_E, \vec{E}, \phi_E, LF\}$ é a mesma sequência dada a este conteúdo pelos capítulos 26, 27 e 28 do livro de texto Halliday e Resnick. Além disso, pode ser notado que este grupo, antes da ilustração, relacionou $\{q\}$ diretamente com $\{\vec{E}\}$ e, após a mesma, assimilou a estrutura do livro de texto, ou seja, $\{q\}$ com $\{\vec{F}_E\}$ em primeiro lugar.

Os resultados do TAEC para o grupo experimental são apresentados a seguir.

Os mapeamentos cognitivos fornecidos pela aplicação da AMD ao TAEC deste grupo encontram-se nas figuras 5 e 6.

Antes da instrução, o grupo experimental, analogamente ao de controle, relacionou pouco os conceitos, como se pode ver na figura 5.

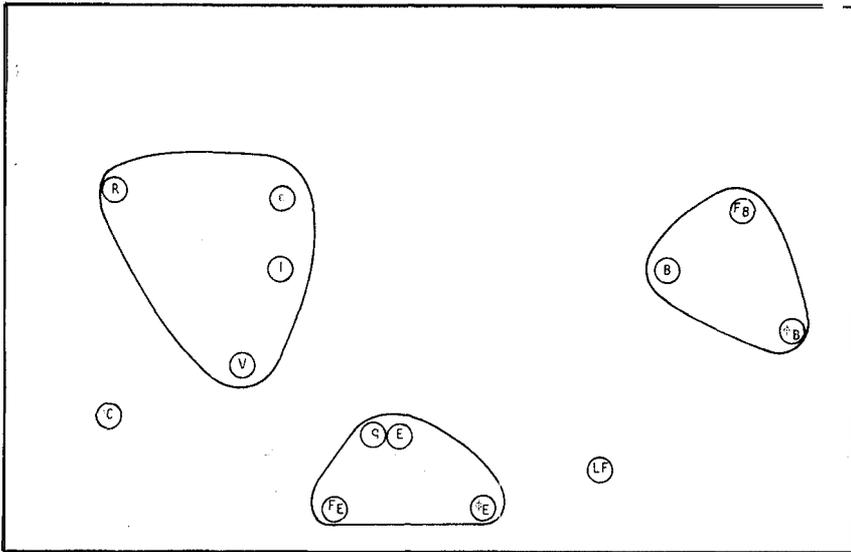


Fig. 6 - Mapeamento cognitivo do grupo experimental fornecido pelo TAEC, após a instrução.

O mapeamento cognitivo da figura 6 parece evidenciar três aglomerados bem distintos, $\{q, \vec{E}, \vec{F}_E, \phi_E\}$, $\{R, \blacksquare, \nabla, \epsilon\}$, $\{\vec{B}, \vec{F}_B, \phi_B\}$ e $\{LF\}$ e $\{C\}$, sozinhos. Estes são os mesmos encontrados para o grupo de controle após a instrução (figura 2). Se a figura 6 for colocada frente a um espelho, com o espelho no topo da página, a imagem formada será muito semelhante ao mapeamento cognitivo do grupo de controle após a instrução (figura 2).

As figuras 7 e 8 mostram os resultados da AAH para o grupo experimental.

O aglomerado $\{\vec{E}, LF\}$, na figura 7, está relacionado a $\{\vec{F}_E\}$ e $\{\vec{B}, \vec{F}_B, \phi_B\}$, no nível 0,22, embora os dois últimos não estejam relacionados neste nível. Isto pode ser representado por:

$$\{\vec{B}, \vec{F}_B, \phi_B\} \longleftrightarrow \{E, LF\} \longleftrightarrow \{\vec{F}_E\}$$

Do mesmo modo, no nível 0,18, $\{q\}$ serve de "ponte" entre $\{V, I, R, \phi_E\}$ e $\{LF, \vec{E}, \vec{F}_E, \vec{B}, \vec{F}_B, \phi_B\}$, ou seja,

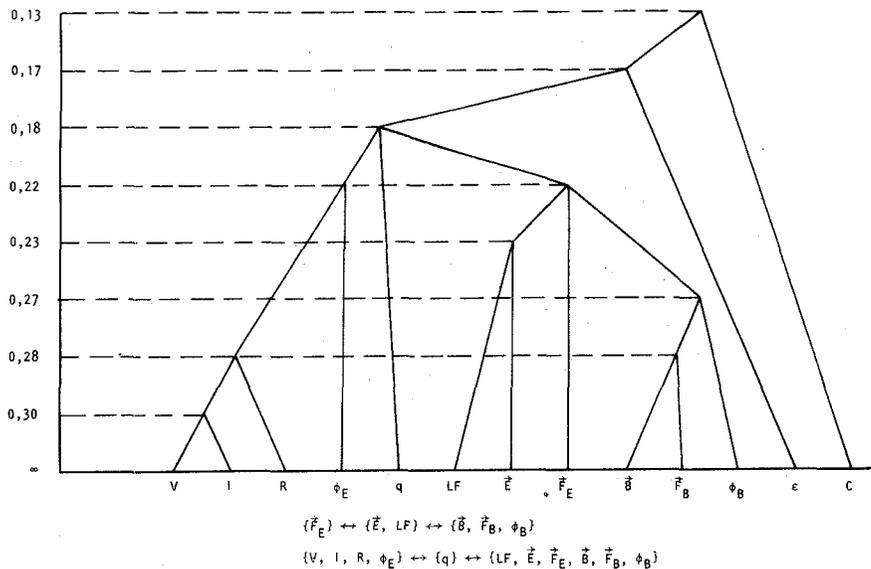


Fig.7 - Agrupamentos hierárquicos do grupo experimental fornecido pelo TAEC, anterior à instrução.

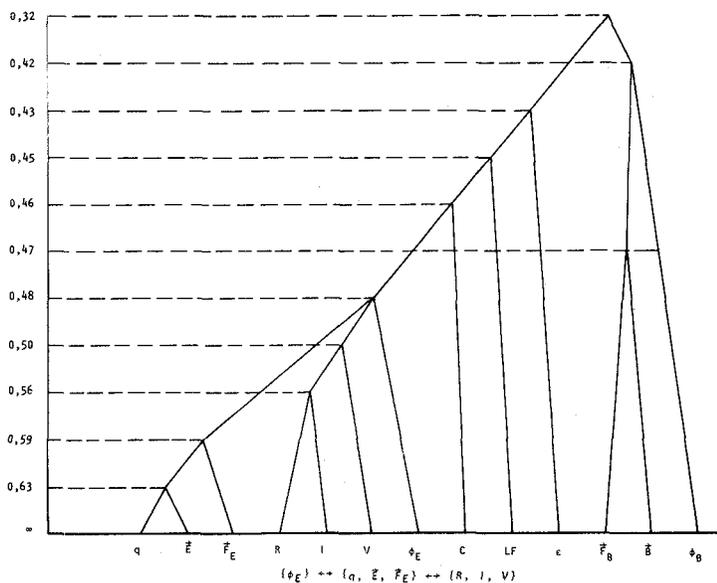


Fig.8 - Agrupamentos hierárquicos do grupo experimental fornecido pelo TAEC, após a instrução.

$$\{V, I, R, \phi_E\} \longleftrightarrow \{q\} \longleftrightarrow \{LE, \vec{E}, \vec{F}_E, \vec{B}, \vec{F}_B, \phi_B\}$$

A figura 8 mostra a formação de dois subgrupos de conceitos mais fortemente relacionados entre si, $\{q, \vec{E}, \vec{F}_E\}$ e $\{R, \blacksquare \neg V\}$. No nível 0,48, $\{q, \vec{E}, \vec{F}_E\}$ serve de ligação entre $\{\phi_E\}$ e $\{R, \blacksquare \neg V\}$, embora os dois últimos não estejam relacionados. Ou seja,

$$\{\phi_E\} \longleftrightarrow \{q, \vec{E}, \vec{F}_E\} \longleftrightarrow \{R, I, V\}$$

A esse corpo de conhecimento, representado pelo aglomerado $\{\phi_E, q, \vec{E}, \vec{F}_E, R, I, V\}$ são acrescentados os demais conceitos de Eletricidade. A ligação dos conceitos de Magnetismo $\{\vec{F}_B, \vec{B}, \phi_B\}$ com os de Eletricidade se faz somente no Último nível, onde, como já foi dito, a formação de aglomerados na AAH se torna menos confiável.

Na figura 7, $\{q\}$ está interagindo, em primeiro lugar, com $\{\vec{E}\}$, ao mesmo tempo que $\{\vec{E}\}$ interage com $\{LE\}$.

Já na figura 8, $\{q\}$ interage fortemente com $\{\vec{E}\}$ para, após, ser acrescentado $\{\vec{F}_E\}$ ao subgrupo $\{q, \vec{E}\}$. Na abordagem ausubeliana introduziu-se inicialmente a noção de campo em geral, para, depois, ao particularizar os tipos de campos, enfatizar o elemento causador do campo em questão. Ou seja, chamou-se a atenção para as relações:

massa - campo gravitacional

carga elétrica - campo elétrico

carga em movimento - campo magnético

Deste modo, este forte relacionamento já seria de se esperar.

4. CONCLUSÕES

Foram investigadas possíveis diferenças, quanto à aprendizagem cognitiva do aluno, que poderiam decorrer de dois enfoques distintos à organização do conteúdo de Eletricidade e Magnetismo: uma abordagem tradicional e outra baseada na teoria de aprendizagem de Ausubel.

Os dados apresentados nas tabelas 3 e 4 mostram que a média, tanto no pós-teste como na prova formada por questões comuns aos dois grupos, foi um pouco maior no grupo experimental, porém, a diferença não foi estatisticamente significativa ao nível 0,05. Por outro lado, a variância dos escores do grupo de controle foi maior em ambos os casos, embora também a diferença não tenha sido estatisticamente significativa ao nível 0,05 em um dos casos.

Quando ao índice de desistências, existe uma probabilidade de apenas 1% de ocorrerem, por flutuação estatística, as frequências observadas na tabela 5, ou seja, a desistência de 6 alunos no grupo de controle e nenhum no experimental.

Os inaproveitamentos cognitivos dos dois grupos, após a instrução, foram bastante semelhantes. A diferença esteve na ordem com que os conteúdos hierarquicamente se organizavam. O grupo de controle agrupou os conceitos na mesma seqüência usada pelo livro de texto Halliday e Resnick enquanto que o grupo experimental apresentou uma hierarquia, na formação dos agrupamentos, intermediária entre a do grupo de controle e que seria esperada de alunos que absorvessem o conteúdo segundo uma estrutura hierárquica ausubeliana. Uma possível causa talvez resida no fato de os alunos já terem estudado o conteúdo anteriormente segundo uma seqüência tradicional (e.g., na escola secundária).

Uma tentativa para explicar porque o grupo experimental não teve um desempenho acentuadamente melhor do que o grupo de controle (como, talvez, se pudesse esperar) poderia levar em conta os aspectos não explorados da teoria neste trabalho. Já foi obtido em uma pesquisa anterior¹⁵ que uma abordagem ausubeliana juntamente com um sistema de ensino individualizado (no caso, Método Keller), ocasionou diferenças mais acentuadas quanto à associação, diferenciação e organização hierárquicas dos conceitos do que a mesma abordagem num sistema de ensino tradicional.

No estudo feito por Santos¹⁵, onde também foi usada instrução individualizada, a modificação na estrutura cognitiva do grupo experimental, quanto ao seu aspecto estrutural, foi mais relevante do que a do grupo de controle. No entanto, Lima¹⁶, que para o mesmo conteúdo envolvido no estudo de Santos usou um sistema de ensino tradicional, não ob-

teve diferenças significativas no que se refere a rendimento e mapeamento cognitivo.

Portanto, parece haver evidências indicando que uma abordagem ausubeliana se torna mais efetiva quando levada a efeito juntamente com um sistema de ensino individualizado.

Neste estudo, o sistema de ensino empregado foi o tradicional. Conseqüentemente, aspectos individuais dos estudantes não foram levados em conta da mesma forma do que seriam em um sistema de ensino individualizado, tal como o Método Keller.

Segundo Ausubel, o fator mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe, de maneira a servir de ancoradouro conceitual para a nova informação. Deste modo, os conceitos de cada etapa do processo de ensino (e também os pré-requisitos necessários) devem estar bem claros e estáveis, bem consolidados, antes de novas informações serem introduzidas. No ensino de massa, como é o nosso caso, onde o professor leva em conta um hipotético aluno médio, estes aspectos individuais são totalmente deixados de lado e o professor, muitas vezes, segue adiante na apresentação do conteúdo sem que os alunos já tenham assimilado os conceitos relevantes precedentes e as novas idéias não têm onde se ancorar.

Outra tentativa de explicar os resultados seria a de que os dois grupos (mesmo o experimental) não atingiram completamente a aprendizagem significativa. Aliás, a seqüência ausubeliana não garante a aprendizagem significativa. Deve-se também salientar que os instrumentos de medida podem não ter medido satisfatoriamente a aprendizagem significativa e, além disso, o professor, que teve sua formação de acordo com uma abordagem tradicional, pode, através das suas aulas, ter influído na estrutura cognitiva adquirida pelo aluno.

Apesar de a presente pesquisa ter apresentado evidências favoráveis à teoria de Ausubel, os resultados não foram conclusivos. Portanto, sugere-se que sejam realizadas outras pesquisas envolvendo esta teoria e tentando levar em conta o maior número possível de aspectos da mesma

REFERÊNCIAS

1. Ausubel, D.P. *Educational psychology: a cognitive view*. New York, Holt, Rinehart and Winston, 1968.
2. Halliday, D. Resnick, R. *Física*. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, vol. 11.1, 1976.
3. Santos, C.A., & Moreira, M.A. Instrumentos de medida para o mapeamento cognitivo de conceitos. *Rev.Bras.Fís.*, 9(3):835-848 (1979a).
4. Guilford, J.P. *Psychometric theory*. New Delhi, Tata McGraw-Hill, 1975.
5. Silveira, F.L. Construção e validação de uma escala de atitude em relação a disciplinas de Física Geral. *Rev.Bras.Fís.*, 9(3):871-878 (1979).
6. Best, J.W. *Research in education*. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall Inc., 1970.
7. Torgerson, W.S. *Theory and methods of scaling*. New York, John Wiley, 1958.
8. Shavelson, R. J. Some aspects of the correspondence between content structure and cognitive structure in physics instruction. *Journal of Educational Psychology*, 63(3) 225-234, (1972).
9. Shepard, R.N. The analysis of proximities, multidimensional scaling with an unknown distance function. *Psychometrika*, 27(2):125-140, (1962).
10. Santos, C.A. & Moreira, M.A. Aplicação da análise multidimensional ao mapeamento cognitivo de conceitos físicos. *Rev.Bras.Fís.*, 9(3): 849-858, (1979b).
11. Johnson, P.E. Some psychological aspects of subject matter structure. *Journal of Educational Psychology*, Washington, 58(2):75-83, (1967).
12. Santos, C.A. & Moreira, M.A. Aplicação da análise de agrupamentos hierárquicos ao mapeamento cognitivo de conceitos físicos. *Rev.Bras.Fís.*, 9(3):859-869, (1979c).
13. Siegel, S. *Nonparametric statistics for behavioral Sciences*. McGraw-Hill, 1956.
14. Moreira, M.A. An ausubelian approach to physics instruction: an experiment in an introductory college course in electromagnetism. Tese de doutoramento, Cornell University, 1977.
15. Santos, C.A. *Aplicação da análise multidimensional e da análise de agrupamentos hierárquicos ao mapeamento cognitivo de conceitos físicos*. Dissertação de Mestrado, Porto Alegre, IFUFRGS, 1978.
16. Lima, A.O.G. *Uma abordagem ausubeliana à organização do conteúdo em*

Termodinâmica e Teoria Cinética dos Gases ao nível de Física Geral. Dissertação de Mestrado, Porto Alegre, IFUFRGS, 1981.