

Pseudo-Organizadores Prévios como Elementos Facilitadores da Aprendizagem em Física*

CÉLIA MARIA SOARES GOMES DE SOUZA E MARCO ANTONIO MOREIRA

Instituto de Física – UFRGS, 90000 Porto Alegre, RS

Recebido em 10 de Março de 1980

Pseudo advance-organizers were used as "introductions" in the study-guides of an individualized introductory college course in electricity and magnetism. Based on the research findings, possible effects of the use of this instructional aid on student's learning are discussed.

Pseudo-organizadores prévios foram utilizados como "introduções" nos roteiros de estudo de um curso individualizado em eletricidade e magnetismo ao nível de Física Geral. A partir dos resultados obtidos, discute-se possíveis efeitos da utilização desse recurso instrucional sobre a aprendizagem do aluno.

I - INTRODUÇÃO

A utilização de organizadores prévios¹ tem sido um tema muito discutido e pesquisado em várias áreas de ensino, tratando-se, na verdade, de um assunto muito controvertido. Apesar de já terem sido feitas muitas pesquisas para testar a eficácia dos organizadores prévios, os resultados encontrados são contraditórios². Alguns apresentam resultados significativos a favor dos organizadores e outros não. Em parte, isso se deve ao fato de que a maioria dos pesquisadores têm dificuldade em saber quando um material é organizador ou não, pois alega-se que sua definição é bastante vaga. Portanto, diferentes pesquisas têm conceitos variados do

* Trabalho parcialmente financiado por FINEP e CNPq.

que seja um organizador, pois os pesquisadores podem contar somente com a intuição ao construí-lo. Quanto a isso, David P. Ausubel diz que tanto em seu livro de aprendizagem verbal significativa¹ quanto nos seus artigos de pesquisas³, são encontrados critérios operacionais precisos para definir um organizador prévio e uma descrição de como construí-lo. Porém, no fundo, não se pode ser muito específico sobre a sua construção, pois para isto se depende sempre da natureza do material de aprendizagem, da idade do aprendiz e do seu grau de familiaridade prévia com o conteúdo a ser aprendido.

2. PSEUDO-ORGANIZADOR PRÉVIO

Organizadores prévios são materiais introdutórios, apresentados a um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade que o conteúdo do material instrucional a ser aprendido propostos por David P. Ausubel¹ para facilitar a aprendizagem significativa. Eles se destinam a servir como pontes cognitivas entre aquilo que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber para que possa aprender significativamente o novo conteúdo. Ausubel propõe os organizadores prévios como a estratégia mais eficaz para facilitar a aprendizagem significativa quando o aluno não dispõe, em sua estrutura cognitiva, dos conceitos relevantes para a aprendizagem de um determinado tópico.

Os organizadores prévios não devem ser confundidos com sumários e introduções que são escritos no mesmo nível de abstração, generalidade e inclusividade do material que se segue, simplesmente enfatizam os pontos principais desse material.

Na concepção ausubeliana, os organizadores prévios destinam-se a facilitar a aprendizagem de *um tópico* específico. Por outro lado, os materiais introdutórios construídos para este estudo, são denominados *pseudo-organizadores prévios*, porque se destinam a facilitar a aprendizagem de *uma unidade (vários tópicos)*. No Apêndice I encontram-se um dos pseudo-organizadores utilizados no experimento.

3. EXPERIMENTO

O experimento aqui descrito foi realizado, durante o 1º semestre de 1979, com o objetivo de estudar o efeito da utilização de pseudo-organizadores prévios, definidos a partir do conceito de organizador prévio, tal como proposto por David Ausubel¹, na aprendizagem da Física em nível universitário básico. Foram utilizados dois grupos de estudantes de engenharia da disciplina de Física II (Eletricidade e Magnetismo) da UFRGS, que fizeram o curso pelo método Keller⁴. O conteúdo do curso foi dividido em unidades e para cada uma delas os alunos receberam um roteiro para estudo individual contendo uma introdução ao assunto, os objetivos e um procedimento a seguir para atingir esses objetivos. Neste experimento, as introduções, para um dos grupos, foram transformadas em pseudo-organizadores prévios, para funcionarem como elemento facilitador da aprendizagem da unidade.

A amostragem foi aleatória e um dos grupos recebeu materiais instrucionais contendo pseudo-organizadores prévios, enquanto o outro recebeu os mesmos materiais, sem os organizadores, isto é, com introduções que eram simples resumos (vide exemplo no Apêndice II). Como instrumentos de medida foram utilizados pré e pós-testes, os testes de conhecimento de cada unidade, testes de associação de conceitos⁵ e um questionário para saber a opinião dos alunos acerca da utilidade dos pseudo-organizadores.

A fim de se colher evidências sobre possíveis efeitos dos pseudo-organizadores prévios determinou-se para os dois grupos:

- 1) número médio de testes por unidade
- 2) ritmo médio dos alunos
- 3) índice de desistências
- 4) ganho dos escores do pré para o pós-teste
- 5) opinião dos alunos
- 6) mapeamento cognitivo⁶

Neste trabalho apresentam-se os resultados referentes aos itens

1 a 5.

4. RESULTADOS

A tabela 1 apresenta os dados referentes ao número médio de testes por unidade. (No método Keller o aluno pode repetir o teste de cada unidade tantas vezes quantas necessárias para demonstrar que atingiu os objetivos da unidade; em cada unidade havia cinco testes equivalentes.) As unidades 6, 9, 10 e 15 eram de laboratório e a avaliação era feita através da apresentação dos resultados. Por essa razão, não foi calculada, nesses casos, a média de testes por unidade. Nessa tabela, o grupo experimental (E) é aquele que utilizou os pseudo-organizadores prévios; o outro é o de controle (C). N é o número de alunos.

Na tabela 2 é apresentado o ritmo médio dos alunos, definido como o número médio de semanas utilizadas para completar as 17 unidades do curso. Para completar esse número de unidades os alunos dispunham de 13 semanas e em cada uma dessas, 3 oportunidades para fazer testes.

A tabela 3 apresenta os dados referentes ao índice de desistências em cada grupo. Foram considerados desistentes os alunos que abandonaram o curso sem terem completado um número significativo de unidades. Geralmente, trata-se de alunos que completaram um máximo de três ou quatro unidades (houve uma única exceção nesse sentido: um aluno do grupo de controle desistiu na décima-quarta unidade).

A aplicação do teste "chi-quadrado"¹⁸ aos dados da tabela 3 resultou em $\chi^2 = 1,51$, o qual não é estatisticamente significativo ao nível .05.

A tabela 4, por sua vez, mostra o ganho médio nos escores de um teste objetivo, com 30 itens de resposta única, sobre o conteúdo do curso que foi aplicado no início (pré-teste) e no fim do curso (pós-teste), i.e., após o aluno ter completado a última unidade. Este teste apresentou um coeficiente alfa de fidedignidade de .62⁹. Em ambas as oportunidades nas quais foi aplicado, os alunos tinham pleno conhecimento de que o resultado do teste não teria influência nenhuma na sua avaliação na disciplina. Isso, aliado ao fato de que ao final do curso os alunos já estavam provavelmente saturados de testes (uma vez que fizeram pelo menos um teste em cada uma das dezessete unidades), explica, pelo menos em parte, os ganhos relativamente baixos, obtidos em ambos os grupos, do pré para o pós-teste.

Tabela 1 - Número médio de testes por unidade*

Unidades	Estatísticas		\bar{X}	s	F	Sig. ao nível .05	t	Sig. ao nível .05
	Grupo	N						
1	E	47	1.09	.28	3.32	Sim	-.57	Não
	C	44	1.14	.51				
2	E	45	1.51	.79	2.06	Sim	1.69	Não
	C	38	1.26	.55				
3	E	44	1.64	.78	1.14	Não	.18	Não
	C	36	1.61	.73				
4	E	43	1.60	.76	2.41	Sim	2.60	Sim
	C	35	1.23	.49				
5	E	42	1.48	.71	3.00	Sim	2.07	Sim
	C	34	1.21	.41				
7	E	41	1.29	.56	2.06	Sim	1.00	Não
	C	34	1.18	.39				
8	E	41	1.02	.16	12.25	Sim	-1.31	Não
	C	34	1.15	.56				
11	E	41	1.15	.36	1.54	Não	.78	Não
	C	34	1.09	.29				
12	E	41	1.20	.46	3.67	Sim	1.69	Não
	C	34	1.06	.24				
13	E	41	1.07	.26	2.34	Sim	.80	Não
	C	34	1.03	.17				
14	E	41	1.59	.67	3.46	Sim	3.62	Sim
	C	34	1.15	.36				
16	E	41	1.15	.36	1.63	Não	-.31	Não
	C	33	1.18	.46				
17	E	41	1.34	.53	1.45	Não	.87	Não
	C	33	1.24	.44				

* No caso de variâncias desiguais (F significativo ao nível .05) foi utilizada uma versão aproximada do teste t⁷.

Tabela 2 - Número médio de semanas para completar todas as unidades.

Grupo	Estatísticas		\bar{X}	s	F	Sig. ao nível .05	t	Sig. ao nível .05
	N							
Experimental	41		11.3	1.9	1.22	Não		Não
Controle	33		11.6	2.1				

Tabela 3 - Desistentes vs não desistentes em cada grupo.

	Desistentes	Não Desistentes	Total
Grupo Experimental	6	41	47
Grupo de Controle	11	33	44
Total	17	74	91

Tabela 4 - Ganho médio do pré para o pós-teste.

	N	Ganho	s	F	Sig. ao nível .05	t	Sig. ao nível .05
Grupo Experimental	40	7,95	3,37	1,60'	Não	0,82	Não
Grupo Controle	30	7,20	4,26				

Finalmente, a tabela 5 apresenta a opinião dos alunos quanto à utilidade dos pseudo-organizadores como elementos facilitadores da aprendizagem do conteúdo de cada unidade, exceto as de laboratório nas quais

Tabela 5 - A opinião dos alunos quanto à utilidade dos pseudo-organizadores.

Opinião \ Unidade	Muito útil		Útil		Dispensável		N
	total	%	total		total	%	
1	13	36	21	58	2	6	36
2	12	27	28	62	5	11	45
3	7	16	34	79	2	5	43
4	19	44	22	51	2	5	43
5	5	12	33	83	2	5	40
7	5	14	31	86	0	0	36
8	3	7	32	76	7	17	42
11	6	15	32	82	1	3	39
12	5	13	32	82	2	5	39
13	4	11	30	83	2	6	36
14	7	19	28	76	2	5	37
16	6	17	39	80	1	3	36
17	26	63	15	37	0	0	41

não foram utilizados pseudo-organizadores. Em cada unidade os alunos do grupo experimental foram solicitados a responder um pequeno questionário onde deviam indicar se consideravam a introdução do roteiro da unidade (i.e., o pseudo-organizador prévio) como "muito útil", "útil" ou "dispensável" para a aprendizagem do conteúdo da mesma. A tabela 5 não apresenta dados referentes às unidades 6, 9, 10 e 15 porque nelas não foram utilizados pseudo-organizadores prévios por serem unidades de laboratório. O número de alunos (N) nesta tabela difere de unidade para unidade porque nem todos os alunos responderam a todos os questionários.

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E CONCLUSÃO

Constatou-se que, de um modo geral, os alunos do grupo experimental fizeram, em média, mais testes por unidade do que os do grupo de controle, embora a diferença só fosse estatisticamente significativa em

três oportunidades (unidades 4, 5 e 14), conforme indicam os dados apresentados na tabela 1. Entretanto, isso não acarretou um atraso do grupo experimental com relação ao tempo gasto para completar todas as unidades. Conforme mostra a tabela 2, o número médio de semanas gastas pelo grupo experimental foi ligeiramente menor do que o do grupo de controle, apesar de que essa diferença não é estatisticamente significativa.

Talvez esses resultados estejam a indicar que os pseudo-organizadores deram a alguns alunos do grupo experimental uma "segurança" ou "impressão" de estarem preparados para o teste da unidade quando na verdade não o estavam. Outro aspecto que poderia chamar a atenção é que o número de desistências no grupo de controle foi maior que no grupo experimental, mas novamente essa diferença não foi estatisticamente significativa (tabela 3). A tabela 4 mostra os ganhos dos grupos experimental e controle do pré para o pós-teste. Observa-se que o ganho do grupo experimental foi ligeiramente maior do que o do grupo de controle, sendo que a diferença também não foi estatisticamente significativa. Finalmente, a tabela 5 apresenta a opinião dos alunos quanto à utilidade dos pseudo-organizadores para a aprendizagem do conteúdo das unidades. Nela fica evidenciado que a maioria dos alunos consideram as introduções dos roteiros das unidades (pseudo-organizadores) "muito útil" ou "útil" como elementos facilitadores da aprendizagem do conteúdo das mesmas.

De acordo com os dados analisados até agora, constatou-se que de um modo geral não houve diferença estatisticamente significativa a favor dos pseudo-organizadores prévios, como se poderia em princípio esperar. Uma das razões possíveis para isso, seria o fato de que o conteúdo do curso não era totalmente novo para os aprendizes dos dois grupos, e é bem possível que muitos deles já tivessem em sua estrutura cognitiva, a maioria dos "subsúncos" (conceitos relevantes) necessários para a aprendizagem significativa, reduzindo, dessa forma, a eficácia dos pseudo-organizadores. Outro aspecto importante a se levar em conta ao analisar os possíveis efeitos dos pseudo-organizadores prévios é quanto à natureza do instrumento de medida. Para acusar diferenças, em termos daquilo que Ausubel entende por aprendizagem significativa, esse instrumento deveria propor ao aluno situações novas e não familiares que exigissem máxima transformação do conhecimento adquirido, i.e., máxima utilização da estrutura conceitual adquirida. Os efeitos positivos mais fortes dos organizadores es-

tariam no aumento da retenção conceitual e transferência de longo alcance e não na retenção de fatos específicos e transferência de curto alcance. Assim, pode ter ocorrido que a ausência de diferença estatisticamente significativa entre os grupos no ganho do pré para o pós-teste seja consequência do fato de que a grande maioria das questões desse teste não eram do tipo mencionado.

Talvez o "mapeamento cognitivo", através do qual se procurará ter uma idéia da estrutura cognitiva adquirida pelos alunos de ambos os grupos, acuse alguma diferença. Esta parte do estudo, porém, está ainda em andamento. Por enquanto os dados já analisados situam o presente estudo entre aqueles que não apresentam diferenças estatisticamente significativas devidas à utilização de organizadores (ou pseudo-organizadores, no caso) sobre a aprendizagem do aluno. Tal como foi dito na introdução, os resultados de experimentos sobre o efeito de organizadores prévios tem sido controvertido. Alguns estudos acusam diferenças significativas, outros não.

APENDICE I

Unidade IV

Lei de Gauss

Textos: 1) Halliday e Resnick, cap.28, vol.II (Ed.Antiga) ou vol. II-1 (Ed.Nova).

2) Halliday & Resnick, *Guia para o Estudante: Problemas Programados*, vol. II-1, cap.23 (opcional).

1. Introdução

Na unidade anterior você aprendeu a calcular campos elétricos usando apenas a definição do vetor intensidade do campo elétrico ($\vec{E} = \vec{F}/q_0$) e a Lei de Coulomb ($L = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qq_0}{r^2}$), ou seja, essencialmente usando as expressões $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2}$ no caso de distribuições discretas e $dE = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{dq}{r^2}$ no caso de distribuições contínuas de carga.

Existem, no entanto, outras maneiras de se calcular campos elétricos, as quais em determinadas situações facilitam bastante nosso trabalho. Uma dessas maneiras é através da Lei de Gauss, a qual, apesar de exigir um tratamento matemático mais sofisticado, é mais geral do que a Lei de Coulomb e, dependendo das condições de simetria do problema, pode simplificar grandemente os cálculos. Na verdade, esta lei é uma das leis básicas do eletromagnetismo (conhecidas como Equações de Maxwell) e pode-se inclusive chegar à Lei de Coulomb a partir dela.

Em palavras, a Lei de Gauss diz, essencialmente, que em um campo elétrico o fluxo elétrico através de uma superfície fechada (ou seja, o número líquido de linhas de força que atravessa a superfície) depende somente da carga elétrica líquida contida no interior da superfície. Façamos uma analogia: suponha que uma gaiola de arame é imersa em água corrente (num fluxo de água, portanto). Normalmente a quantidade de água que entrar por um lado da gaiola sairá pelo lado oposto e o fluxo de água resultante na gaiola será nulo. Imagine agora que uma torneira é, de alguma forma, colocada no interior da gaiola. Se a torneira for aberta haverá um fluxo de água para fora da gaiola, mesmo se ela continuar imersa na água corrente pois estará saindo mais água do que entrando. Reciprocamente, se constatarmos que está saindo mais água do que entrando na gaiola (i.e., se constatarmos a existência de um fluxo positivo) poderemos dizer que existe uma torneira (ou outra fonte de água) no seu interior. Admita agora que, ao invés de uma torneira, existisse no interior da gaiola um cano ou tubo que permitisse o escoamento de parte da água que a estivesse atravessando. Nesse caso sai menos água do que entra na gaiola. Reciprocamente, se constatarmos que está saindo menos água do que entrando (i.e., se constatarmos a existência de um fluxo negativo) na gaiola poderemos dizer que existe um sumidouro de água (tubo, cano, etc.) no seu interior.

A Lei de Gauss encerra idéias muito semelhantes a essas, só que ao invés de fluxo de água fala-se em fluxo elétrico, ao invés de fontes e sumidouros fala-se em cargas positivas e negativas e ao invés de gaiola fala-se em superfícies fechadas imaginárias (chamadas de "superfícies gaussianas").

Talvez esta discussão tenha lhe auxiliado a captar o "espírito" da Lei de Gauss, mas no começo dissemos que ela é útil para resolver pro-

blemas envolvendo o cálculo de campos elétricos e você deve estar se perguntando como isso é feito. Bem, esse é o assunto dessa unidade e essa discussão é apenas uma introdução à unidade. Mas já podemos lhe adiantar alguma coisa:

Ocorre que a expressão analítica da Lei de Gauss envolve uma expressão analítica para o fluxo elétrico que, por sua vez, envolve o vetor campo elétrico \vec{E} .

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = q/\epsilon_0$$

fluxo elétrico através de uma superfície fechada. = carga líquida interna.

Como se observa, a expressão analítica diz exatamente que o fluxo depende da carga interna. Mesmo sem tentar explorar detalhadamente esta expressão se pode concluir que conhecidos certos valores e resolvida a integral pode-se, em princípio, calcular a intensidade do campo elétrico. Dissemos *an principio* porque para que essa integral seja facilmente resolvida é preciso que se conheça a direção e o sentido de \vec{E} a fim de se escolher uma superfície *conveniente* (a integral é sobre uma superfície) que facilite a resolução. Isto ocorre devido ao fato de a Lei de Gauss conter menos informações que a Lei de Coulomb e por isso não é, como esta última, capaz de, sozinha, permitir o cálculo de \vec{E} a partir da distribuição de cargas, sendo necessário então o conhecimento prévio da direção e sentido de \vec{E} .

As condições necessárias para que um problema seja resolvido pela Lei de Gauss, juntamente com a exigência citada acima, limitam muito o número de problemas que podem ser tratados por esta lei. Estes problemas devem apresentar um alto grau de simetria e se reduzem praticamente a distribuições de cargas que apresentam simetria plana, cilíndrica ou esférica, casos em que a Lei de Gauss proporciona solução simples e direta. Como estas formas de distribuições constituem em grande parte problemas de interesse, a Lei de Gauss é de grande valia para o cálculo de campos elétricos.

A escolha da superfície gaussiana deve ser feita com grande cui-

dado, pois uma escolha inadequada pode complicar muito um problema simples. Você verá que, na prática, existem alguns passos que devem ser seguidos para que se possa resolver um problema através da Lei de Gauss. Caso a distribuição não seja simétrica, o problema deve ser resolvido a partir da Lei de Coulomb. O fato de a aplicabilidade da Lei de Gauss se restringir a distribuições simétricas, não quer dizer que ela não seja válida para distribuições não simétricas. Esta lei é válida qualquer situação, mas quando não há simetria, sua aplicabilidade ao cálculo de campos elétricos é bastante restrita.

Na próxima unidade você terá oportunidade de ver que o campo elétrico pode também ser descrito por uma função escalar, o potencial elétrico V .

APÊNDICE 2

Unidade IV

Lei de Gauss

Texto: 1) Halliday & Resnick, cap.28, vol. II (Ed. Antiga) ou vol. II.1 (Ed. Nova).

2) Halliday & Resnick, *Guia para o Estudante: Problemas Programados*, vol. II-1, cap.23 (opcional).

1. Introdução

Na presente unidade o cálculo de campos elétricos é feito de uma maneira, ou seja, através da Lei de Gauss. Depois da apresentação da Lei de Gauss, é feita uma comparação entre ela e a Lei de Coulomb, e também uma análise da distribuição do excesso de cargas existentes em um condutor isolado. Finalmente, são apresentadas algumas aplicações desta lei.

REFERENCIAS

1. Ausubel, D.P., Novak, J.D. e Hanesian, H. *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York: Holt, Rinehart and Winston Inc., 1978.
2. Barnes, B.R., Clawson, E.U. Do Advance Organizers Facilitate Learning? Recommendations for Further Research Based on an Analysis of 32 Studies. *Review of Educational Research*, 45(4): 637-659, 1975.
3. Ausubel, D.P. The Use of Advance Organizers in The Learning and Retention of Meaningful Verbal Material. *Journal of Educational Psychology*, 51 (5):267-272, 1960.
4. Moreira, M.A. O Uso do Sistema de Instrução Personalizada em um Curso Universitário Básico de Física Durante Sete Semestres Consecutivos. *Revista Brasileira de Física*, 7(3):711-735, 1978.
5. Santos, C.A. e Moreira, M.A. Instrumentos de Medida para o Mapeamento Cognitivo de Conceitos Físicos, *Revista Brasileira de Física*, 9(3): 835 - 848, 1979.
6. Santos, C.A. Aplicação da Análise Multidimensional e da Análise de Agrupamentos Hierárquicos ao Mapeamento Cognitivo de Conceitos Físicos. Dissertação de Mestrado, Instituto de Física - UFRGS, 1978.
7. Darlington, P.B. *Radicals and Squares - Statistical Methods for the Behavioral Sciences*. Ithaca, N.Y. : Logan Hill Press, 1975.
8. Siegel, S. *Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences*. New York: McGraw-Hill Book Inc., 1956.
9. Guilford, J.P. *Psychometric Theory*. New Delhi: Tata McGraw-Hill, 1975.