

## **Laboratório Estruturado Versus Não Estruturado: Um Estudo Comparativo em um Curso Individualizado\***

MARCO ANTONIO MOREIRA

*Instituto de Física, UFRGS, 90000 Porto Alegre, RS*

e

ENNIO SALLABERRY GONCALVES

*Departamento de Física, UFPel, 96100 Pelotas, RS*

Recebido em 17 de outubro de 1979

A comparative study was carried out concerning the influence of structured versus unstructured laboratory on students' understanding the content in General Physics courses at college level. Research findings suggest that there is no significant difference, in this aspect, between these two approaches to laboratory teaching in an individualized course.

É feito um estudo comparativo entre a influência do laboratório estruturado, em comparação com o não estruturado, sobre a aprendizagem do aluno no que concerne à compreensão do conteúdo em cursos de Física Geral em nível universitário. A evidência experimental obtida sugere que não há diferença significativa, neste aspecto, entre estas duas abordagens ao ensino de laboratório, em um curso individualizado.

### **1. INTRODUÇÃO**

Ao analisar-se a literatura relativa ao ensino de laboratório em cursos de Física Geral nos primeiros anos da universidade, conclui-se

---

\* Trabalho parcialmente financiado por FINEP e CAPES.

facilmente que essa atividade é considerada, por pesquisadores e professores, como parte indissociável do ensino de Física. A grande maioria dos cursos introdutórios de Física em nível universitário procura incluir algum tipo de atividade laboratorial. Os objetivos de tal atividade geralmente visam auxiliar na compreensão do conteúdo propriamente dito, isto é, dos conceitos, fatos, relações, leis e princípios físicos ou um melhor entendimento do método científico, da Física como ciência. Quanto às estratégias usadas para atingir estes objetivos pode-se, sem muito rigor, dividi-las em estruturadas e não estruturadas.

Segundo Roney<sup>1</sup>, na atividade estruturada o aluno recebe instruções que o guiam através de um procedimento destinado a produzir certos resultados específicos; por outro lado, uma atividade completamente não estruturada simplesmente propõe um problema ao aluno e o deixa inteiramente livre para usar o procedimento que lhe aprouver, organizar seus próprios dados e chegar às suas próprias generalizações.

Portanto, a primeira dessas atividades, denominada "laboratório estruturado", dá ao aluno procedimentos detalhados, enquanto que a outra, chamada "laboratório não estruturado", simplesmente especifica o objetivo e deixa o procedimento a cargo do aluno. Por exemplo, o laboratório estruturado enfatizaria a verificação experimental dos princípios físicos enquanto que o não estruturado encorajaria a redescoberta desses princípios. Por outro lado, laboratório estruturado não deve ser tido como sinônimo de "receita de cozinha", pois deve levar o aluno a pensar sobre o procedimento que segue, nem o laboratório não estruturado deve ser, necessariamente, pensado como totalmente desestruturado.

Obviamente, a partir do momento em que se estabelece essa distinção entre laboratório estruturado e não estruturado, surge logo a questão da eficácia de um e de outro. Spears e Zollman<sup>2</sup> pesquisaram a influência do laboratório estruturado versus o não estruturado na compreensão do processo científico por parte do aluno. Concluíram que a "estrutura" do laboratório estruturado deu aos alunos exemplos de atividades desenvolvidas pelos cientistas no seu trabalho fazendo, assim, com que os estudantes que tiveram esse tipo de ensino compreendessem melhor o processo científico. Segundo os pesquisadores, este resultado é consistente com pesquisas atuais sobre o desenvolvimento intelectual

dos estudantes nos primeiros anos da universidade: as atividades desenvolvidas pelos cientistas geralmente seguem procedimentos que, segundo Piaget, implicam em operações formais, portanto, não seria de esperar que um estudante que não usa esse tipo de operações no estudo da Física fosse capaz de por si só chegar a procedimentos que o ajudassem a entender um processo formal.

O presente estudo é semelhante ao de Spears e Zollman no sentido de que compara o laboratório estruturado com o não estruturado, porém, está voltado para outro tipo de objetivo, qual seja, a aprendizagem do conteúdo em si, i.e., de conceitos, leis, fatos, relações e princípios físicos.

Neste estudo, o modelo de ensino de James Gallagher<sup>3</sup> e o posicionamento de Jerome Bruner<sup>4</sup> foram utilizados como referenciais teóricos para a organização do material instrucional enquanto que a teoria de aprendizagem de David Ausubel<sup>5</sup> serviu de base teórica à formulação da hipótese de trabalho. A seguir, é feita uma descrição sucinta destes referenciais.

## **2. O MODELO DE GALLAGHER E O LABORATÓRIO ESTRUTURADO**

Os roteiros correspondentes ao que foi definido como "laboratório estruturado", foram elaborados com base no modelo de Ensino de James Gallagher<sup>3</sup>, seguindo a linha da instrução programada<sup>6</sup>.

O modelo de Gallagher refere-se ao *nível de conceitualização*, ao *estilo de pensamento* e à ênfase dada em *conteúdo* e *habilidade* na discussão em classe. É também denominado de modelo tridimensional. As três dimensões são:

- *Conteúdo e Habilidades*: *conteúdo* refere-se ao objetivo de fazer-se com que o estudante adquira um determinado corpo de conhecimento; *habilidades* refere-se ao objetivo de ensinar-se ao estudante um conjunto de comportamentos que o capacitem a enfrentar situações futuras com sucesso.

- *Nível de Conceptualização*: refere-se ao grau de abstração em que a classe está trabalhando; três níveis são usados como referência nessa dimensão: dados (representa a discussão de dados específicos, é o nível concreto dos acontecimentos); *conceito* (representa um certo grau de abstração em relação aos dados, conduzindo a idéias mais gerais); generalização (representa idéias e conceitos mais amplos e seu relacionamento, como em uma lei ou princípio).

- *Estilo de Pensamento*: focaliza como a informação está sendo processada em classe. O foco de um tópico pode estar na descrição de um conceito ou evento; na expansão que levará o grupo a novas associações; na *explicação*, através de argumentos, de uma sequência dedutiva de pensamentos; ou na *avaliação* que levará o grupo a tomar decisões, a julgar e explicar as razões nas quais está baseado o julgamento.

Com base nesse modelo foram construídos quadros teóricos de referência que, por sua vez, serviram de base à elaboração de guias de laboratório programados. Esses guias contêm uma introdução ao experimento, uma definição operacional de objetivos do experimento e um procedimento para executá-lo. No procedimento, inicialmente são feitas perguntas de cunho teórico, com respostas no verso, visando dar uma fundamentação teórica ao experimento. Gradualmente, as perguntas passam a referir-se ao experimento propriamente dito e, nesse caso, não são dadas as respostas. Essas perguntas conduzem o aluno, passo a passo, durante a execução do experimento, daí falar-se em laboratório estruturado.

### **3. A TEORIA DE BRUNER E O LABORATÓRIO NÃO ESTRUTURADO**

Quanto ao que ensinar, Bruner<sup>4</sup> argumenta que o relevante é a estrutura da matéria de ensino, suas idéias fundamentais, a fim de torná-la mais compreensível, facilitar a transferência da aprendizagem e diminuir a distância entre o conhecimento "avançado" e o conhecimento "elementar" que é ensinado na escola. Por outro lado, no que se refere a como ensinar, Bruner enfatiza o processo da descoberta e o currículo em espiral e argumenta que é essencial que se leve em conta o estágio de desenvolvimento intelectual de quem aprende. Segundo ele, esse desenvolvimento ocorre em três etapas, cada uma delas caracterizada por

um modo particular de representação (*ativa, icônica e simbólica*, respectivamente:~.

Em vista disso, aponta *predisposições*, estrutura da *matéria* de ensino; *seqüência de* apresentação da *matéria* e *forma e distribuição de reforço*, como as características principais de uma teoria de ensino. Iniciando com *predisposições*, Bruner quer dizer que, em primeiro lugar, uma teoria de ensino deve apontar as *experiências* mais efetivas para *implantar* em um indivíduo *predisposições* para aprendizagem. Nesse aspecto, Bruner enfatiza a *predisposição* para explorar alternativas em um processo de descoberta, a qual deve ser convenientemente explorada no ensino. A solução de um problema através da exploração de alternativas é, segundo ele, um processo *análogo* ao da descoberta. Talvez, a principal diferença esteja no fato de que na descoberta, quase sempre a elaboração ou formulação do problema é feita pelo próprio pesquisador enquanto que no ensino, geralmente, o problema é fornecido ao aluno. Porém, Bruner *também* sugere que o ensino oriente o estudante no sentido de formular problemas, além de ordenar o processo de exploração de alternativas.

Existem três fatores básicos envolvidos neste processo: a *ativação* que dá início ao processo; a *manutenção* que o mantém em desenvolvimento; e a *direção* que evita que ele seja caótico. "A condição básica para ativar a exploração de alternativas, em uma tarefa, é ter um nível ótimo de incerteza. Curiosidade é uma resposta à incerteza e à ambigüidade. Rotinas esclerosadas provocam pouca ou nenhuma exploração; rotinas por demais incertas despertarão confusão e angústia, reduzindo a tendência a explorar.. . A orientação consciente da exploração de alternativas exige que seja conhecido o objetivo da tarefa, com alguma aproximação, e a verificação das alternativas deverá indicar a posição em relação ao referido objetivo" (Ref. 4, p.51).

Desse posicionamento, infere-se que em relação ao laboratório a idéia básica seria a aprendizagem por descoberta através da exploração de alternativas, isto é, um laboratório não estruturado, porém, não a ponto de tornar-se caótico gerando confusão e angústia no aluno.

Com base nessa inferência foram elaborados os guias do laboratório não estruturado. A introdução e os objetivos são os mesmos dos

guias do laboratório estruturado. O procedimento inclui um resumo da teoria (em substituição às perguntas de cunho teórico contidas nos outros guias), porém, daí para frente (em contraposição aos guias estruturados que conduzem o aluno passo a passo) contém apenas instruções sumárias deixando o aluno muito mais livre para a exploração de alternativas. Daí falar-se, neste caso, em laboratório não estruturado.

#### **4. A TEORIA DE AUSUBEL E OS LABORATÓRIOS ESTRUTURADO E NÃO ESTRUTURADO**

Para Ausubel<sup>5,7</sup>, aprendizagem significativa é um processo através do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo. Ou seja, este processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura específica de conhecimento, a qual Ausubel define com conceito subsunçor, existente na estrutura cognitiva do indivíduo. Contrastando com a aprendizagem significativa, a aprendizagem mecânica é definida com aquela na qual a nova informação é armazenada de maneira arbitrária, i.e., com pouca ou nenhuma associação a conceitos relevantes na estrutura cognitiva.

Na verdade, Ausubel não estabelece a distinção entre aprendizagem significativa e mecânica como sendo uma dicotomia e sim um "continuum". Da mesma forma, essa distinção não deve ser confundida com a distinção entre a aprendizagem por descoberta e a aprendizagem receptiva. Segundo Ausubel, na aprendizagem receptiva o que deve ser aprendido é apresentado ao aluno em sua forma final enquanto que na aprendizagem por descoberta o conteúdo principal a ser aprendido deve ser descoberto pelo aprendiz. Entretanto, após a descoberta em si, a aprendizagem só é significativa se o conteúdo descoberto ligar-se a conceitos subsunçores relevantes já existentes na estrutura cognitiva. Ou sejam quer por recepção ou por descoberta a aprendizagem é significativa, segundo a concepção ausubeliana, se a nova informação incorpora-se de forma não arbitrária à estrutura cognitiva.

De certo modo, o laboratório estruturado e o não estruturado podem ser distinguidos em termos de aprendizagem receptiva e aprendizagem por descoberta. É claro que no laboratório estruturado o conteúdo

não é exatamente "apresentado ao aluno em sua forma final", porém, é inegável que o fato de que nele o aluno é "conduzido" ao longo do experimento coloca essa abordagem mais próxima da aprendizagem receptiva enquanto que a outra, por deixá-lo mais livre para seguir seus próprios procedimentos, fica mais perto da aprendizagem por descoberta.

Na verdade, Ausubel também não estabelece a distinção entre aprendizagem receptiva e por descoberta como dicotômica e sim com outro "contínuum". Assim sendo, a suposição de que o laboratório estruturado está, nesse "contínuum", mais próximo da aprendizagem receptiva enquanto que o laboratório não estruturado está mais perto da aprendizagem por descoberta, parece estar justificada. Entretanto, na medida em que essa suposição for, de fato, válida, não deve haver diferença, do ponto de vista ausubeliano, em termos de aprendizagem de conteúdo, devida ao laboratório estruturado em comparação com o não estruturado.

Esta conclusão levou à formulação da hipótese de trabalho testada no experimento descrito a seguir.

## 5. DESCRIÇÃO DO ESTUDO

Com a finalidade de testar a hipótese de que, em um curso individualizado, não existiam diferenças significativas, devida ao laboratório estruturado em comparação ao não estruturado, no desempenho dos alunos em testes de conhecimento do conteúdo, baseados na definição operacional de objetivos de cada experimento, foi realizada a seguinte pesquisa:

Durante o 1º semestre de 1979, duas amostras de estudantes de engenharia, da disciplina de Física II do Departamento de Física da UFRGS, distribuídas aleatoriamente em dois grupos de igual tamanho, fizeram, ao longo do semestre quatro experimentos de laboratório, sendo que em um dos grupos tais experimentos foram realizados sob a forma de laboratório estruturado e no outro segundo o modelo não estruturado.

O método de ensino foi o Sistema de Instrução Personalizada ou Método Keller<sup>8</sup> e os quatro experimentos se constituíram em quatro unidades da programação. Os dois grupos tiveram o mesmo professor e os mes-

mos monitores. Em ambos os grupos os alunos dispuseram de tanto tempo quanto necessário para concluir os experimentos, os quais eram feitos individualmente ou com um colega. Ao final de cada experimento os alunos responderam um teste de conteúdo com 16 itens de escolha múltipla, resposta Única, sobre os objetivos definidos para o experimento (os objetivos de cada experimento constam do Apêndice I). Como o sistema de ensino utilizado prevê que os alunos trabalhem com ritmo próprio, estes testes foram respondidos em oportunidades diferentes por diferentes alunos, porém, sempre individualmente e logo após o término da unidade correspondente. Além disso, os alunos estavam cientes de que sua aprovação na unidade não dependia do teste e sim da apresentação dos resultados e da entrevista oral.

Trata-se, portanto, de um delineamento experimental com dois tratamentos e apenas pós-teste.

Os conteúdos dos quatro experimentos foram os seguintes:

- 1) Estudo de um campo elétrico com auxílio de uma cuba eletrolítica.
- 2) Verificação da Lei de Ohm e estudo de resistores lineares e não lineares.
- 3) Carga e descarga de um capacitor: circuito RC.
- 4) Indução eletromagnética.

Durante a realização dos experimentos, o professor e os monitores estavam à disposição dos alunos, porém, procurando interferir o mínimo possível no desenvolvimento da atividade laboratorial em si.

Os escores obtidos pelos alunos nos testes de avaliação de cada experimento foram considerados as principais variáveis dependentes. Além destas, também o tempo utilizado pelos alunos para a realização de cada experimento foi tomado como variável dependente, a fim de se averiguar até que ponto o fator tempo seria relevante para uma decisão relativa à utilização prática de um ou outro tipo de laboratório.

## 6. RESULTADOS

A tabela 1 mostra os dados relativos aos testes aplicados após a realização de cada experimento. O número de alunos ( $N$ ) decresceu de um experimento para outro em função das desistências ocorridas durante o semestre. Embora, aparentemente, o número de desistências tenha sido maior no laboratório não estruturado, a diferença não foi estatisticamente significativa ao nível 0,05 ( $\chi^2=0,44$ ). Observa-se também na tabela 1 que em nenhum dos experimentos foi possível rejeitar a hipótese nula ( $H_0$ ) no nível  $\alpha = 0,05$  de significância. Em outras palavras, aceita-se a hipótese de que a diferença entre as médias não é estatisticamente significativa, com uma probabilidade de 5% de se estar cometendo um erro tipo I, isto é, de não rejeitar a hipótese nula quando deveria ser rejeitada. Por outro lado, como  $H_0$  é também a hipótese de trabalho deste estudo é preciso dar particular atenção à probabilidade de se cometer um erro tipo II, isto é, aceitar a hipótese nula quando deveria ser rejeitada. Esta probabilidade, representada por  $\beta$ , é a probabilidade de não rejeitar a hipótese nula quando deveria ser rejeitada. A tabela 1 apresenta os valores de  $\beta$  supondo que houvesse uma diferença verdadeira entre as médias das populações de 1,6 pontos (valor escolhido arbitrariamente, representa 10% do escore máximo). Por exemplo, o fato de que  $\beta = 0,02$  no primeiro experimento significa que existe uma probabilidade igual a 98% de que uma diferença de 1,6 entre as médias fosse detectada pelo teste de significância utilizado (i.e., a potência do teste é 98%). Portanto, exceto no terceiro experimento, é muito pequena a

Tabela 1 - Escores nos testes de avaliação de cada experimento\*

	Laboratório não Estruturado			Laboratório Estruturado			F sig. ao nível 0,05	t sig. ao nível 0,05	$\beta$		
	$N_1$	$\bar{X}_1$	$s_1$	$N_2$	$\bar{X}_2$	$s_2$					
1º experimento	34	12,58	1,57	41	13,17	1,77	1,27	não	-1,51	não	0,02
2º experimento	33	11,87	1,89	41	12,36	2,22	1,38	não	-1,01	não	0,08
3º experimento	32	11,71	3,54	39	10,84	2,81	1,59	nao	1,15	não	0,45
4º experimento	30	13,73	1,31	39	13,02	2,09	2,55	sim	1,73	não	0,03

\*  $F$  é o quociente entre as variâncias,  $t$  é a variável característica do teste de significância utilizado; uma versão aproximada do "teste  $t$ " foi utilizada no caso de variâncias desiguais (Darlington, 1975).

probabilidade de que se esteja aceitando a hipótese nula quando esta deveria ser rejeitada.

A fidedignidade dos instrumentos de avaliação foi calculada pelo método da metade<sup>9</sup>. A tabela 2 apresenta os coeficientes de correlação par-ímpar e os correspondentes coeficientes de fidedignidade estimados através da fórmula de Spearman-Brown.

Tabela 2 - Coeficientes de correlação par-ímpar e fidedignidade dos testes de avaliação utilizados em cada experimento.

	<i>N</i>	Coeficiente de correlação par-ímpar	Coeficiente de fidedignidade estimado
1º experimento	75	0,48*	0,65
2º experimento	74	0,53*	0,70
3º experimento	71	0,76*	0,86
4º experimento	69	0,50*	0,67

\*  $p < .01$

Finalmente, a tabela 3 apresenta o tempo médio de cada grupo para a realização dos experimentos. O controle de tempo foi feito através do registro, no próprio guia de laboratório de cada aluno, da hora de início e término de cada experimento.

Da tabela 3 conclui-se que também em relação ao tempo médio não houve diferença estatisticamente significativa, ao nível 0,05. Cabe,

Tabela 3 - Tempo médio para a realização dos experimentos.

	Laboratório não Estruturado			Laboratório Estruturado			<i>F</i>	<i>F</i> sig. ao nível 0,05	<i>t</i>	<i>t</i> sig. ao nível 0,05
	<i>N</i> <sub>1</sub>	$\bar{T}_1$ (min)	<i>s</i> <sub>1</sub>	<i>N</i> <sub>2</sub>	$\bar{T}_2$ (min)	<i>s</i> <sub>2</sub>				
1º experimento	34	123,2	29,4	41	133,8	30,2	1,06	não	-1,53	não
2º experimento	33	95,9	23,0	41	98,5	22,8	1,02	não	-0,49	não
3º experimento	32	105,9	18,6	39	104,9	20,5	1,21	não	0,21	não
4º experimento	30	77,8	23,3	39	77,6	19,0	1,50	não	0,04	não

no entanto, lembrar que os alunos dispuseram de tanto tempo quanto necessário para a realização de cada experimento.

## 7. DISCUSSÃO

Os resultados obtidos confirmam, no contexto em que foi conduzido o estudo, a hipótese de que não há diferença estatisticamente significativa, devida ao laboratório estruturado em comparação com o não estruturado, no desempenho dos alunos em testes objetivos através da atividade laboratorial. Isto é, se em um curso de Física Geral o laboratório tiver como único objetivo auxiliar na aprendizagem do conteúdo, a evidência experimental obtida parece indicar que não há diferença nessa aprendizagem se esse laboratório é estruturado ou não estruturado. Esta evidência está também de acordo com a posição de David Ausubel, segundo a qual o processo de assimilação do conteúdo, na "aprendizagem significativa", é o mesmo quer seja ele aprendido por recepção ou por descoberta, na medida em que o laboratório estruturado e não estruturado se aproximem destes tipos de aprendizagem. Estes resultados, no entanto, obviamente, não excluem a possibilidade de que o laboratório não estruturado possa ter vantagens sobre o estruturado no que concerne a outros objetivos do ensino de laboratório, mesmo contrariando os resultados de Spears e Zollman<sup>2</sup> que observaram vantagens do laboratório estruturado na compreensão do processo científico.

Por outro lado, tais resultados podem ter implicações práticas. O ensino de Física Geral nos primeiros anos da universidade é geralmente um ensino de massas e uma vez superadas precariamente as usuais deficiências de equipamento, local e material humano, a organização do ensino de laboratório tende, via de regra, para o laboratório estruturado, face ao grande número de alunos. Para muitos professores isso pode parecer frustrante pois desejariam uma atividade laboratorial não estruturada supondo que esta propiciasse maior aprendizagem. Porém, os resultados da presente investigação sugerem que o laboratório estruturado, pelo menos em termos de aprendizagem de conteúdo, é tão eficiente quanto o não estruturado. Assim sendo, se confirmados esses resultados em outras pesquisas similares, a utilização do laboratório estrutu-

rado como um recurso viável para atender um grande número de alunos em cursos de Física Geral é justificada não só como uma imposição logística, mas também em termos de aprendizagem de conteúdo.

Finalmente, cabe discutir possíveis fontes de invalidade externa do estudo feito. Dentre essas, duas parecem ser mais relevantes: 1) a investigação foi conduzida em um curso individualizado; 2) não havia limite de tempo para a realização dos experimentos.

Em um curso individualizado, após as primeiras unidades os alunos habituem-se a trabalhar sozinhos; como o primeiro experimento corresponde à sexta unidade da programação talvez nessa oportunidade os alunos do laboratório não estruturado já tivessem adquirido a autonomia necessária para não estranharem muito a falta de instruções detalhadas. Talvez em um curso convencional os alunos com roteiro não estruturado tivessem maiores dificuldades iniciais.

A questão do tempo está, provavelmente, também relacionada com o método de ensino. Em princípio poder-se-ia esperar que no laboratório não estruturado os alunos demorassem mais para atingir os mesmos objetivos, porém, a diferença não foi significativa. Ocorre que, como não havia limite de tempo, pode ter acontecido uma certa demora na conclusão do experimento a fim de apresentar os resultados de forma a demonstrar domínio sobre o conteúdo da unidade (uma característica básica do método de ensino) por parte dos alunos de ambos os grupos.

Também o fato de que os testes de avaliação da aprendizagem em cada experimento não eram computados para fins de avaliação nas unidades correspondentes, pode ter contribuído para a não diferença entre as médias. Isso provavelmente foi minimizado porque o critério era o mesmo para ambos os grupos e a amostragem foi aleatória. Além disso, os alunos demonstraram sempre muita boa vontade em responder os testes, o que, aliás, faz parte da "rotina" do método de ensino.

Em resumo, talvez os resultados obtidos fossem diferentes se o curso fosse convencional. Em função desta possibilidade, a mesma pesquisa está sendo repetida no segundo semestre de 1979, com a diferença de que os experimentos estão sendo realizados em um curso não individualizado, por grupos de cerca de 30 alunos, simultaneamente, divididos

em pequenos grupos de 3 ou 4 alunos, com tempo limitado. Além disso, os testes também são realizados por todos alunos na mesma oportunidade e os escores estão sendo computados para fins de avaliação no curso.

Os autores agradecem ao Professor Fernando Lang da Silveira pelas valiosas discussões, principalmente no que se refere ao tratamento estatístico dos dados.

## APÊNDICE I

*Objetivos do 1º experimento:* Estudo de um Campo Elétrico com Auxílio de uma Cuba Eletrolítica.

- 1) Traçar linhas equipotenciais a partir das diferenças de potencial medidas.
- 2) Traçar linhas de força de um campo elétrico quando são conhecidas as linhas equipotenciais.
- 3) Fazer distinção entre linhas de força e linhas equipotenciais.
- 4) Dizer quais os pontos de maior ou menor intensidade do campo elétrico a partir de suas linhas de força.
- 5) Dizer se um campo elétrico é uniforme ou não a partir de suas linhas de força.
- 6) Determinar a direção de um campo elétrico a partir de suas linhas equipotenciais.
- 7) Descrever um procedimento experimental que possibilite o estudo do campo eletrostático existente nas proximidades de um condutor carregado de forma arbitrária.

*Objetivos do 2º experimento:* Verificação da Lei de Ohm e Estudo de Resistores Lineares e não Lineares.

- 1) Dizer em que condições é válida a lei de OHM.
- 2) Determinar o valor de uma resistência indiretamente, usando um voltímetro e um amperímetro.
- 3) Traçar a curva de  $I$  em função de  $V$  para um resistor qualquer.
- 4) Distinguir entre um resistor linear e um resistor não linear.

- 5) Dizer quais os fatores que podem influir na resistência de um condutor.
- 6) Descrever um procedimento experimental que permita determinar se um resistor é linear ou não.

Objetivos do 3P *experimento*: Carga e Descarga de um Capacitor - Circuito RC.

- 1) Traçar as curvas de carga e descarga de um capacitor.
- 2) Dizer quais as funções matemáticas que regem a carga e descarga de um capacitor.
- 3) Determinar a constante de tempo de um circuito RC, a partir do gráfico de carga ou descarga.
- 4) Dizer qual o significado físico da constante de tempo RC.
- 5) Demonstrar que a equação  $V = E(1 - e^{-t/RC})$  pode ser transformada na equação de uma reta.
- 6) Traçar o gráfico correspondente à reta mencionada, em papel mono-log.
- 7) Descrever um procedimento experimental para obter dados que permitam traçar as curvas de carga e descarga de um capacitor.

Objetivos do 4P *experimento*: Indução Eletromagnética.

- 1) Dizer qual o sentido da corrente elétrica induzida num enrolamento secundário quando este se movimenta relativamente a um enrolamento primário que está ligado a uma bateria.
- 2) Dizer qual o sentido da corrente elétrica induzida numa bobina quando nela se introduz um ímã permanente.
- 3) Dizer quais os fatores que influem na intensidade da corrente induzida e como esses fatores influem.
- 4) Traçar o gráfico da intensidade da corrente induzida em função da distância entre o primário e secundário.
- 5) A partir do gráfico, dizer de que maneira a corrente induzida diminui em função da distância.
- 6) Explicar porque a introdução de núcleos de ferro nos enrolamentos altera a intensidade da corrente induzida.
- 7) Descrever um procedimento experimental que permita estudar qualitativa e quantitativa a indução eletromagnética.

## REFERÊNCIAS

1. Roney, W. D., *Inquiry Techniques for Teaching Science*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall, 1968.
2. Spears, J., Zollman, D., The Influence of Structured versus Unstructured Laboratory on Students' Understanding the Process of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 24(1):33-38 (1977).
3. Gallagher, J. J., *A System of Topic Classification*. Urbana Illinois: University of Illinois, 1966.
4. Bruner, J., *Uma Nova Teoria de Aprendizagem*. Rio de Janeiro: Bloch Editores, 1976.
5. Ausubel, D.P., Novak, J.D., Hanesian, H., *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York: Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1978.
6. Moreira, M.A., Um Exemplo de Utilização no Ensino de Física de um Modelo Teórico de Ensino. *Revista Brasileira de Física*, 7(1) : 173-183, 1977a.
7. Moreira, M.A., A Teoria da Aprendizagem de David Ausubel como Sistema de Referência para a Organização de Conteúdos de Física Geral. *Revista Brasileira de Física*, 9(1):275-292, 1979.
8. Moreira, M.A., O Uso do Sistema de Instrução Personalizada (SIP) em um Curso Universitário Básico de Física Durante Sete Semestres Consecutivos. *Revista Brasileira de Física*, 7(3).711-735, 1977b.
9. Vianna, H.M., *Testes em Educação*. São Paulo: IBRASA, 1973.