

## Uma Experiência em Pequena Escala com o Sistema Audio-Tutorial\*

M. A. MOREIRA e C. E. LEVANDOWSKI

*Instituto de Física", Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre RS*

Recebido em 30 de Março de 1974

É descrita uma experiência realizada na disciplina Física II do Departamento de Física do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Na experiência, o sistema audio-tutorial foi utilizado com uma amostra de 18 alunos da disciplina. Os resultados obtidos foram bastante satisfatórios, tanto em termos de aquisição de conhecimento como em relação à atitude frente ao sistema. Como controle foi usada também uma amostra de 18 alunos, os quais estudaram o mesmo conteúdo, porém, de forma convencional.

An experiment carried out in the course "Física II" of the Physics Department of the Institute of Physics of the Federal University of Rio Grande do Sul is described. The A-T approach to learning has been used with a sample of 18 students. The results were satisfactory in terms of achievement as well as in terms of attitude toward the approach. As control group, another sample of 18 students has been selected and with this group the lecture approach was used.

### 1. O Sistema Audio-Tutorial]

O sistema audio-tutorial<sup>1,2</sup> é um sistema de instrução individualizada cuja idéia básica é colocar ênfase na aprendizagem em si, e não em um determinado mecanismo de ensino. Esse sistema tem suas origens ligadas a Universidade de Purdue, nos Estados Unidos. Em 1961, S. N. Postlewait, professor de Botânica, teve a idéia de gravar em "audio-tapes" aulas teóricas suplementares, cuja finalidade era a de auxiliar os alunos que não conseguiam acompanhar as aulas teóricas normais do curso. Progressivamente, no entanto, os alunos foram solicitados a usar textos, diagramas, diapositivos e outros recursos de aprendizagem, bem como a fazer pequenas experiências. Com isso, então, os "audio-tapes" deixaram de ser simples aulas gravadas, passando a se constituir no agente pelo qual o professor coordenava a atividade do aluno, em meio às diferentes experiências de aprendizagem. Dessa forma, o aluno passou a ser praticamente tutorado pelo professor através do "audio-tape", daí o nome audio-tutorial.

---

\*Trabalho parcialmente financiado pela CAPES e pelo BNDE.  
Endereço: Rua Luiz Englert, s/n, 90000 — Porto Alegre RS.

No tipo de ensino assim originado, algumas atividades em grupo podem ser programadas como, por exemplo, uma aula de discussão semanal. Mas, em essência, trata-se de um sistema de instrução individualizada. A maior parte das atividades dos alunos, no curso, são desenvolvidas no Centro de Aprendizagem. Nesse local existem pequenas cabines individuais (não completamente fechadas), onde o aluno encontra a sua disposição o material da unidade que está sendo estudada. De um modo geral, o material de cada unidade é constituído de um "audio-tape", um guia de estudo (contendo os objetivos da unidade) para ser usado juntamente com o livro-texto, material de laboratório, diapositivos, "film-loops", etc. Procura-se oferecer, aos alunos, o maior número possível de recursos de aprendizagem. O material permanente de cada cabine é, normalmente, constituído de um gravador tipo "cassette" com fones individuais, um projetor de diapositivos e, se possível, um projetor de "loops". As experiências de laboratório e certas demonstrações são montadas em apenas algumas das cabines existentes no Centro de Aprendizagem. Esse Centro deve ficar aberto durante o maior tempo possível e nele deve estar sempre um professor (ou monitor) à disposição dos alunos, os quais comparecem ao Centro no horário que preferirem. O material de cada unidade fica à disposição dos alunos durante uma ou duas semanas e, após esse tempo, o aluno é submetido a um teste sobre o conteúdo da unidade.

## **2. Descrição da Experiência**

Com o objetivo de colher dados acerca da viabilidade do uso do sistema audio-tutorial na disciplina Física II do Departamento de Física, foi feita uma experiência, em pequena escala, com esse sistema durante o último mês de aulas do 2.º semestre de 1973. Para a realização dessa experiência, foi montado um pequeno Centro de Aprendizagem e selecionadas aleatoriamente duas amostras de 18 alunos. O conteúdo abrangido pela experiência foi eletromagnetismo. O grupo experimental estudou esse conteúdo pelo sistema audio-tutorial e o grupo de controle o estudou pelo sistema expositivo convencional. Foram realizadas duas verificações de aproveitamento comuns a ambos os grupos: as duas últimas verificações normais da disciplina.

Para o grupo audio-tutorial o conteúdo foi dividido em quatro etapas (unidades), cada uma delas com duração de uma semana. Para cada uma dessas unidades foram elaborados um guia de estudo (ver Apêndice 1), um "audio-tape" (ver "script" no Apêndice 2) e um conjunto de diapositivos (ver Apêndice 3) contendo sugestões e respostas para os problemas apresentados no guia de estudo.

O centro de Aprendizagem contou com cinco cabines, quatro equipadas com gravadores e projetores de diapositivos e uma equipada com material de laboratório. Cada aluno do grupo experimental teve o Centro a sua disposição durante seis horas semanais (o grupo de controle teve seis horas de aula semanais). Nessa primeira experiência não se adotou o sistema de deixar o Centro aberto durante longos períodos de tempo a disposição dos alunos. Eles tinham horários reservados no Centro de Aprendizagem. Não foi programada para o grupo audio-tutorial nenhuma atividade em grupo.

Para ambos os grupos foi feito um controle de tempo de estudo: para o grupo experimental foi registrado o tempo de permanência no Centro e para o grupo de controle o tempo de permanência em aula; para os alunos de ambos os grupos, solicitou-se que registrassem o tempo de estudo extra-classe numa ficha apropriada que lhes foi distribuída no início da experiência.

### 3. Resultados

A tabela 1 apresenta dados relativos as duas verificações de aproveitamento. O número inicial de 18 alunos em cada amostra não se manteve porque houve alguns casos de desistências bem como casos de alunos que não fizeram as verificações na data prevista, deixando-as para recuperação posterior.

	N.º de alunos	Média da 1.ª verificação	N.º de alunos	Média da 2.ª verificação
Grupo Experimental	17	6,9	15	6,2
Grupo de Controle	14	5,7	12	6,5

Tabela 1 — Resultados das verificações de aproveitamento.

Face ao tamanho relativamente pequeno das amostras, o uso de testes de significância não paramétricos<sup>3</sup> é mais apropriado para analisar os resultados da tabela 1. Uma boa alternativa ao "Teste t"<sup>4</sup> (paramétrico), quando não é possível satisfazer condições tais como populações normais e de mesma variância, é o "Mann-Whitney U Test"<sup>3</sup> (não paramétrico). Bási-

camente, o valor  $U$ , usado nesse teste, é calculado computando-se o número de escores do grupo experimental que precede cada escore do grupo de controle quando todos os escores estão ordenados em ordem crescente.

Para os escores obtidos por ambos os grupos nas duas verificações, o valor de  $U$  foi igual a 74 para a primeira verificação e 71,5 para a segunda. Entrando-se com esses valores em tabelas apropriadas, verificou-se ser possível aceitar, para a 1.<sup>a</sup> verificação, a hipótese estatística  $H_1$  de que o resultado obtido pelo grupo experimental é significativamente superior ao resultado do grupo de controle, ao nível 0,05. Quanto à 2.<sup>a</sup> verificação, não foi possível rejeitar, ao nível 0,05, a hipótese estatística  $H_0$  de que a diferença entre os resultados é não significativa.

A tabela 2, apresenta dados relativos ao tempo de estudo de ambos os grupos; a análise dessa tabela, através do "Teste U" revela uma diferença estatisticamente significativa ao nível 0,01 entre os tempos médios de estudo no Centro x aulas assistidas. Em termos de tempo de estudo extra-classe não há diferença estatisticamente significativa.

		N.º de alunos	Tempo médio de estudo no Centro (horas)	Tempo médio de aulas assistidas (horas)	N.º de alunos	Tempo médio de estudo extra- -classe
Unida- des I e II	Experimental	12	11,6	—	12	8,7
	Controle	12	—	7,3	10	9,1
Unida- des III e IV	Experimental	12	8,1	—	12	8,0
	Controle	12	—	5,4	11	8,7

Tabela 2 — Dados relativos aos tempos de estudo.

A tabela 3 é uma tabela de contingência 2 x 2 onde são apresentados os dados referentes as desistências ocorridas em cada grupo durante a realização da experiência.

Para essa tabela não é possível utilizar-se o "Teste  $\chi^2$ " (Ref. 4), como seria feito usualmente, porque a menor frequência é inferior a 5. Usa-se então, nesse caso, o "Fisher Exact Probability Test"<sup>3</sup>, o qual determina se os dois grupos diferem na proporção em que aparecem em cada célula da tabela. Basicamente, o teste consiste em calcular a probabilidade exata de que uma dada distribuição de frequência ocorra, sob a hipótese nula  $H_0$ , numa tabela como a tabela 4, quando os totais  $A+C$ ,  $B+D$ ,  $A+B$  e  $C+D$  são conside-

rados constantes. Com base nessa probabilidade rejeita-se ou não a hipótese  $H_0$ .

	Desistentes	Não Desistentes	Total
Grupo Experimental	3	15	18
Gmpo de Controle	6	12	18
Total	9	27	36

Tabela 3 — Desistências ocorridas durante a experiência

	Classe 1	Classe 2	
Grupo 1	A	B	A + B
Grupo 2	C	D	C + D
	A + C	B + D	N

Tabela 4 — Tabela de contingência 2 x 2.

Aplicando o "Teste Fisher" à tabela 3, obteve-se uma probabilidade  $p = 0,222$  de que essa distribuição de frequências, ou outra mais extrema, ocorra sob a hipótese nula  $H_0$ . Como essa probabilidade é relativamente alta, decidiu-se não ser possível rejeitar a hipótesenula de que o número de desistentes nos dois grupos não difira significativamente.

#### 4. A Opinião dos Alunos

A fim de inferir a opinião dos alunos a respeito do sistema audio-tutorial, foi-lhes solicitado que preenchessem um questionário final. Quinze alunos do grupo experimental responderam esse questionário cujos resultados da primeira parte são apresentados abaixo. Não foi solicitado o preenchimento do questionário final ao grupo de controle pois o que se pretendia era uma comparação, em termos de opinião dos alunos, entre o sistema audio-tutorial e o convencional, e somente o grupo audio-tutorial experimentou ambos os tipos de ensino.

## Questionário final — primeira parte

Na grade ao lado das afirmações, marque X no retângulo correspondente a sua opinião em relação a afirmação feita. A convenção é a seguinte: marque CF se você concorda fortemente com a afirmação; C se você simplesmente concorda; SO (sem opinião) se você não tem opinião formada em relação à afirmativa; D se você simplesmente discorda do que foi afirmado e DF se você discorda fortemente.

	CF	C	SO	D	DF
1. De um modo geral, me senti satisfeito com o sistema áudio-tutorial usado no final do curso de Física II.	9	6			
2. Gostaria que todo o curso tivesse sido organizado pelo sistema áudio-tutorial.	10	4	1		
3. Acho que teria tido maior proveito nessa parte final do curso se tivesse continuado no grupo convencional ao invés do áudio-tutorial.				9	6
4. Creio que, relativamente ao sistema convencional, o sistema áudio-tutorial é muito mecânico e frio.	1	2		8	4
5. De um modo geral, achei a forma áudio-tutorial de apresentação do conteúdo mais estimulante intelectualmente do que a forma expositiva convencional.	4	11			
6. Achei mais difícil estudar o conteúdo, individualmente, pelo sistema áudio-tutorial do que pelo sistema convencional de aulas expositivas.		1		4	10
7. Tenho a impressão de que aprendi melhor o conteúdo que estudei pelo sistema áudio-tutorial do que se tivesse estudado o mesmo conteúdo assistindo aulas expositivas.	8	7			
8. Se pudesse optar, não me matricularia numa disciplina onde fosse usado o sistema áudio-tutorial.				4	11
9. Senti falta das aulas expositivas e o sistema áudio-tutorial deveria incluí-las.		3	4	3	5
10. Uma das vantagens do sistema é a de que o aluno pode trabalhar mais de acordo com seu próprio ritmo.	12	1		2	

	CF	C	SO	D	DF
11. O esquema áudio-tutorial requer mais concentração por parte do aluno.	13	2			
12. A programação áudio-tutorial não foi suficientemente bem organizada para que o aluno pudesse estudar sozinho.				8	7
13. Não tive por parte do professor ou do monitor a assistência individual necessária.				3	12
14. Não gostaria de cursar Física III numa turma onde fosse usado o sistema áudio-tutorial.				7	8
15. Recomendaria a meus amigos que ainda não fizeram Física II que o fizessem numa turma onde fosse usado o sistema áudio-tutorial.	9	5	1		
16. Uma das vantagens do sistema é a de que o aluno participa ativamente do processo de aprendizagem.	10	4	1		
17. O uso de recursos áudio-visuais é apenas uma sofisticação que não traz proveito maior para o aluno.				2	13
18. A programação áudio-tutorial é de um modo geral, mais motivadora para o estudante do que a programação expositiva tradicional.	10	5			

Para se ter uma idéia geral da resposta dos alunos a um questionário desse tipo, pode-se usar a "Escala Likert"<sup>5</sup>. Nesse caso, atribui-se, para as afirmações favoráveis ao sistema áudio-tutorial, valores que variam de 5 para C. F. até 1 para D. F. e valores variando de 1 para C. F. até 5 para D. F. no caso de afirmações desfavoráveis ao sistema. Usando-se essa escala, as respostas dos alunos a esse questionário acusam um escore médio de 81 pontos num máximo de 90, o que reflete grande receptividade ao sistema áudio-tutorial.

Na segunda parte do questionário, os alunos emitiram sua opinião quanto a qualidade e utilidade do material impresso e áudio-visual usado, bem como quanto as instalações. No que concerne a qualidade, a resposta dos alunos foi amplamente favorável exceto quanto ao isolamento acústico do Centro. Relativamente a utilidade de cada um dos componentes do sistema áudio-tutorial os resultados são apresentados abaixo. Destacam-se, na opinião dos alunos, o guia de estudo e os diapositivos.

### Questionário final — segunda parte

I) Dê sua opinião (assinale com um X) sobre o grau de utilidade, para sua aprendizagem, de cada um dos componentes do sistema audio-tutorial abaixo relacionado. A convenção é a seguinte: M. U. (muito útil), U (útil), P. U. (pouco útil), I (inútil, sem valor).

	M.U.	U.	P.U.	I
1. Audio Tapes	10	3	1	
2. Guias de estudo	14	1		
3. Auto-demonstrações	11	4		
4. Livro-texto	10	5		
5. Filmes	4	10	1	
6. Slides	13	2		
7. Consultas ao professor ou monitor	10	5		
8. Objetivos de cada unidade	5	6	4	
9. Roteiro para trabalho extra-classe	3	8	3	1
10. Cabines para estudo individual	11	4		

Nessa parte do questionário, observa-se ainda que as respostas dadas aos itens 5, 8 e 9 diferem bastante das demais. Quanto aos filmes e ao roteiro para trabalho extra-classe, poder-se-ia, de certa forma, esperar que não estivessem no "topo da lista", pois são aspectos mais secundários da programação. Em relação aos objetivos, no entanto, o fato chega a ser surpreendente, mas provavelmente está relacionado com uma falta de hábito, por parte dos alunos, em terem seu desempenho avaliado com base em objetivos comportamentais. Muitos dos alunos que participaram da experiência receberam, pela primeira vez, nessa oportunidade, uma lista de objetivos comportamentais.

A terceira e última parte do questionário foi em aberto e nela os alunos deveriam apresentar sugestões e críticas. De um modo geral, não foram feitas críticas e foi reiterada a boa receptividade ao sistema. Alguns alunos fizeram sugestões no sentido de incluir alguma atividade em grupo (aula expositiva, de problemas ou de discussão) uma vez por semana e no sentido de que o horário no Centro fosse mais flexível.



## 5. Comentários Finais

De um modo geral, os resultados da experiência foram satisfatórios. A resposta dos alunos ao questionário final foi amplamente favorável. Não houve diferença significativa quanto ao índice de desistências nos dois grupos. Em termos de verificações, o resultado obtido pelo grupo experimental foi melhor ou igual ao do grupo de controle. Quanto ao tempo, o controle feito mostrou que os alunos do grupo audio-tutorial permaneceram mais tempo no Centro do que os alunos do grupo de controle assistiram aulas, embora a carga horária fosse a mesma. Esse fato indica, por parte do aluno, um aproveitamento mais efetivo dessa carga horária no sistema audio-tutorial. Relativamente ao tempo de estudo extra-classe não foram registradas diferenças significativas.

É claro que o fator novidade pode ter motivado bastante os alunos e os bons resultados obtidos podem ser atribuídos a esse fator. Porém, mesmo que isso tenha ocorrido, tal fato pode ser considerado positivo: o sistema audio-tutorial pelo menos motiva mais o aluno do que o sistema convencional. Esse sistema, no entanto, vem sendo bastante usado nos Estados Unidos<sup>2</sup> e ao que parece não é o fator novidade a razão do seu sucesso em termos de aprendizagem. A individualização do ensino, a utilização de vários canais de comunicação, a apresentação altamente estruturada do conteúdo, o diferente relacionamento professor-aluno e outras características do sistema é que parecem determinar a grande receptividade do mesmo e a obtenção de bons resultados no processo de aprendizagem.

A experiência, no entanto, deve ser continuada. O sistema deve ser empregado com um maior número de alunos e durante um maior intervalo de tempo a fim de se avaliar melhor suas possibilidades em nosso meio. Precisamente isso será feito na disciplina Física II (FIS 103) do Departamento de Física, no 1.º semestre de 1974, incluindo-se, provavelmente, uma aula de discussão semanal.

### Apêndice 1 — Modelo de Guia de Estudo

INSTITUTO DE FISICA — UFRGS  
FISICA II (FIS 103) — 2.º semestre de 1973

UNIDADE I CAMPO MAGNETICO  
(Texto: Halliday & Resnick, vol. II-1, cap. 33)

## I — INTRODUÇÃO

Ligue a fita de som da Unidade I.

II — OBJETIVOS: Ao término dessa unidade você deverá ser capaz de:

1. Representar graficamente o campo magnético por meio de linhas de indução, relacionando as propriedades destas linhas com as do vetor indução magnética  $B$ .
1. Calcular a força que atua sobre uma carga elétrica que se move em uma região do espaço onde existem um campo elétrico e um campo magnético (força de Lorentz).
3. Calcular o raio de curvatura, a frequência e a velocidade angular do movimento de uma partícula de carga  $q$  e massa  $m$  que se desloca com velocidade  $v$  num campo magnético uniforme  $B$ .
4. Calcular a força que atua sobre um fio condutor, transportando uma corrente elétrica  $i$ , colocado num campo magnético externo uniforme  $B$ .
5. Calcular o torque exercido sobre uma espira condutora de formato qualquer, percorrida por uma corrente elétrica  $i$ , colocada num campo magnético externo uniforme  $B$ .
6. Calcular o torque e a energia potencial associados à orientação de um dipolo magnético em um **campo** magnético externo uniforme  $B$ .

## III — PROCEDIMENTO SUGERIDO:

1. Objetivos 1 e 2

a<sub>1</sub>) Leia as seções 33-1 e 33-2.

a<sub>2</sub>) Ligue o gravador de som após a leitura das seções 33-1 e 33-2.

b<sub>1</sub>) Responda a questão 33-1 do livro-texto, no espaço abaixo.

b<sub>2</sub>) Compare a sua resposta com o diapositivo (slide) I-2.

c.) Responda a questão 33-2 do livro-texto, no espaço abaixo.

c<sub>2</sub>) Confira a sua resposta com o diapositivo I-3.

d<sub>1</sub>) Responda a questão 33-3.

d<sub>2</sub>) Compare sua resposta com o diapositivo I-4; ligue o gravador de som para receber maior orientação.

e.) Responda a questão 33-4.

e.) Compare a sua resposta com o diapositivo I-5.

f<sub>1</sub>) Leia a seção 33-8 (A experiência de Thomson).

f<sub>2</sub>) Ligue o gravador de som após a leitura da seção 33-8.

g.) Responda a questão 33-6 no espaço abaixo.

g<sub>2</sub>) Projete o diapositivo I-6 e ligue o gravador para maiores explicações

h.) Responda a questão 33-14 no espaço abaixo.

h.) Projete o diapositivo I-7 e ligue o gravador para maiores explicações.

h<sub>3</sub>) Projete o diapositivo I-8 e ligue o gravador para maiores explicações.

i.) Responda a questão 33-17.

- i<sub>2</sub>) Compare a sua resposta com o diapositivo I-9.  
 j<sub>1</sub>) Resolva o problema 33-34 no espaço abaixo.  
 Dados complementares:  $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$ ,  
 $m_{\text{eltron}} = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ .
- j<sub>2</sub>) Se você necessitar de auxílio para resolver o problema 33-34 projete o diapositivo I-10.  
 j<sub>3</sub>) Projete o diapositivo I-11 (solução do problema 33-34).

## 2. Objetivo 3:

- a.) Leia a seção 33-6.  
 a<sub>2</sub>) Ligue o gravador de som após a leitura da seção 33-6.  
 b<sub>1</sub>) Examine o exemplo 6 e resolva o problema 33-19.  
 b<sub>2</sub>) Se você necessitar de auxílio para resolver o problema 33-19 projete o diapositivo I-12.  
 b<sub>3</sub>) Projete o diapositivo I-13 (Solução do problema 33-19).  
 c.) Resolva o problema 33-28 no espaço abaixo.

- c<sub>2</sub>) Se você necessitar de auxílio para resolver o problema 33-28 projete o diapositivo I-14.

## 3. Objetivo 4: . . .

## 4. Objetivos 5 e 6:

## IV — SUGESTOES PARA TRABALHO EXTRA-CLASSE

### 1. Leitura opcional:

a) A seção 33-5 é considerada opcional, ou seja, seu conteúdo não será exigido em provas de avaliação. Trata-se de uma evidência experimental de que, nos metais, os transportadores de cargas são negativos (elétrons).

b) A seção 33-7 (o ciclotron) é considerada opcional e **também** o seu conteúdo não será exigido.

2. Questões e problemas opcionais: como exercício, sugere-se que sejam **também** respondidas as questões 33-10, 13 e 15 e resolvidos os problemas 33-3, 10, 13, 18, 19, 20 e 35.

3. Respostas dos problemas pares:

$$18) r_p = r_x = \sqrt{2} \frac{r_d}{2}.$$

$$20) 1,7 \text{ cm}.$$

## Apêndice 2 — Modelo de "Script" (Fragmento) para Audio-tape.

LOCUTOR: Na seção 35-5 você encontra uma nova situação que determina o aparecimento de força eletromotriz induzida. E a situação em que *não há* movimento macroscópico relativo mas existe, isto sim, um campo magnético variável no tempo, o que determina uma variação de fluxo no tempo.

Veja a folha 1 do guia de estudo . . .

folha 1 do guia de estudo . . .

Observe os objetivos 2b, . . . 4b, . . . 5, e 7b . . .

Em todos esse objetivos aparece a expressão: "*campo magnético variável*"; é o que está sendo abordado, agora, nesta seção 35-5.

TECNICA: Cortina Musical de 5 a 10 segundos.

LOCUTOR: Observe o objetivo 7b: "força eletromotriz induzida como resultado da indução de um campo elétrico por um campo magnético variável". Para "atender" a este objetivo releia o segundo parágrafo da seção 35-5 ...

Está relendo? ... Viu qual foi a conclusão lógica? ...

"Um campo magnético que depende do tempo dá sempre origem a um campo elétrico".

TECNICA: Cortina Musical de 5 a 10 segundos.

LOCUTOR: Reveja a figura 35-10... figura 35-10... Nela, o campo magnético está crescendo para dentro da página. A corrente induzida deve criar um campo magnético induzido que se oponha a esta variação. Use a mão direita ... regra do saca-rolhas ... Polegar para fora da página, indicando o sentido do campo magnético em oposição ao aumento do campo magnético para dentro da página. Os demais dedos encurvados dão o sentido da corrente convencional induzida e, conseqüentemente, do campo elétrico  $E$  induzido.

TECNICA: Cortina Musical de 5 a 10 segundos.

### Apêndice 3 — Modelo de Diapositivo

---

*Diapositivo 111-21*

*Orientação a solução do problema 36-4:*

1) Utilize o resultado do exemplo 4 do capítulo 34.

2) Considere um elemento de área  $dS = ldx$

3) Calcule  $\Phi_B = \int \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S}$  na região entre os dois fios.

$$\text{Dados: } \int_a^{d-a} \frac{dx}{x} = \ln x \Big|_a^{d-a}; \quad \int_a^{d-a} \frac{dx}{d-x} = -\ln(d-x) \Big|_a^{d-a}.$$

4) Obtenha, finalmente,  $L = \frac{\Phi_B}{I}$ .

---

### Referências

1. S. N. Postlethwait, Novak, and H. T. Murray, *The Audio-Tutorial Approach to Learning*, 2nd ed., Burgess Publishing Company, Minneapolis, Minn., 1969.
2. M. A. Moreira, *Observações e Comentários sobre Dois Sistemas de Instrução Individualizada*, *Revista Brasileira de Física*, 3, 157 (1973).
3. S. Siegel, *Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences*, Kogakusha Company Ltd., Tokyo.
4. M. R. Spiegel, *Statistics*, Schaum Publishing Co., New York, N. Y., 1961.
5. J. S. Best, *Research in Education*, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1970.

## SOCIEDADE **BRASILEIRA** DE FÍSICA

### 1. DIRETORIA (1973-1975)

Presidente - Alceu G. de Pinho Filho (PUC-GB)  
Vice-presidente - Fernando de Souza Barros (UFRJ)  
Secretário Geral - Giorgio **Moscatti** (USP)  
Secretário - Silvestre Ragusa (USP - S. Carlos)  
Tesoureiro - João André Guillaumon Filho (USP)  
Secr. Ensino - Marco **Antonio Moreira** (UFRGS)  
Secr. Ensino, Adjunto - Luiz **Felipe** P. Serpa (Fac Educação **UFBa**)

### 2. CONSELHO - Titulares (1973-1975)

Ernst Wolfgang Hamburger (USP)  
Jorge André **Swieca** (PUC-GB)  
Sergio Machado **Rezende** (**UFPe**)  
Beatriz Alvarenga **Alvares** (ICEX-UFMG)  
José de Lima Acioly (UNB)

#### Titulares (1971-1975)

José Goldemberg  
Shigeo Watanabe  
José Leite Lopes  
Ramayana **Gazzinelli**  
Erasmu Madureira **Ferreira**

### CONSELHO-Suplentes (1973-1975)

Mario Schemberg (São Paulo SP)  
Amélia Império Hamburger (USP)  
Gerhard Jacob (UFRGS)  
Carlos Alberto Dias (**UFBa**)  
**Nicim Zagury** (PUC-GB)

### 3. SECRETARIAS REGIONAIS

Rio Grande do Sul, Santa Catarina, **Paraná**  
**Anildo** Bristoti (UFRGS)

São Paulo  
Secretaria Geral, C. **P.** 20553, **01000** - São Paulo **SP**

Rio de Janeiro, Guanabara, Espírito Santo  
Alberto Passos Guimarães Fo.

Mato Grosso, Goiás, Distrito Federal  
José de Lima Acioly (UNB)

Minas Gerais  
Armando Lopes de Oliveira (UFMG)

Bahia  
Clemiro Ferreira (UFBA)

Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe  
Helio Teixeira Coelho (UFPe)

Maranhão, Ceara, Piauí  
Homero Lenz Cesar (UFCe)

Pará  
Antonio Gomes de Oliveira (UFPa)

#### ENDEREÇOS

PUC Instituto de Física  
Pontificia Universidade Católica  
Rua Marquês de São Vicente, 209  
20000 - Rio de Janeiro GB

UFRJ Instituto de Física  
Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Ilha do Fundão  
20000 - Rio de Janeiro GB

USP Instituto de Física  
Universidade de São Paulo  
Caixa Postal 20516  
01000 - São Paulo SP

São Carlos Departamento de Física e Ciências dos Materiais  
USP Instituto de Física e Química de São Carlos  
Caixa Postal 359  
13560 - São Carlos SP

UFRGS Instituto de Física  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Av. Luiz Englert s/n  
90000 - Porto Alegre RS

- UFBa Faculdade de Educação  
Universidade Federal da Bahia  
Avenida Joarn Angélica, 183  
40000 - Salvador BA
- UFBa Instituto de Física  
Universidade Federal da Bahia  
Rua Caetano Moura, 123  
Federação  
40000 - Salvador BA
- UFPe Instituto de Física  
Universidade Federal de Pernambuco  
50000 - Recife PE
- UFMG Instituto de Ciências Exactas  
Universidade Federal de Minas Gerais  
Caixa Postal 1941  
30000 - Belo Horizonte MG
- UNB Instituto de Física  
Universidade Nacional de Brasília  
70000 - Brasília DF
- UFCE Instituto de Física  
Universidade Federal do Ceará  
Caixa Postal 1262  
60000 - Fortaleza CE
- UFPA Programa de Pós-Graduação em Geofísica  
Universidade Federal do Pará  
Núcleo Pioneiro Guamá  
66000 - Belem PA

COMPANHIA EDITORIAL PAULISTA  
**COMEPÉ**  
Rod. Presidente Dutra, Km. 396  
GUARULHOS - SP

