

# Os Objetivos do Laboratório Didático na Visão de Alunos Ingressantes no Bacharelado em Física do IFUSP e de seus Professores

(The Aims of the Physics Laboratory as Seen by First-Year Students and their Teachers at IFUSP)

L.B. Horodynski-Matsushigue, P. R. Pascholati\*, M. Moralles†, M.-L. Yoneama‡,  
J.F. Dias§, W.A. Seale e P.T.D. Siqueira  
*Instituto de Física da Universidade de São Paulo*  
*Caixa Postal 66318, CEP 05315-970, São Paulo, SP, Brasil*

Trabalho recebido em 4 de março de 1996

Relata-se a análise das respostas de 85 alunos ingressantes de 1995 no Curso de Bacharelado do Instituto de Física da Universidade de São Paulo, e de seus professores, a um questionário que hierarquiza objetivos para as atividades no laboratório didático, numa hipotética situação *ideal* e na situação *real* da disciplina Física Experimental I. O questionário, desenvolvido na Universidade de Surrey, pede a classificação de 17 objetivos numa escala de 0 a 5 segundo a sua importância e foi escolhido devido à disponibilidade de dados anteriores para alunos do IFUSP (1973). Obteve-se, em 1995, correlação elevada entre a maioria dos objetivos *ideais* e *reais* tanto para alunos quanto para professores, e, especialmente, entre professores e alunos, na situação *real*. A comparação com os dados de 1973 indica que os alunos perceberam e responderam positivamente à mudança implementada na disciplina a partir de 1991, dando ênfase a habilidades específicas da Física Experimental.

## Abstract

This paper reports on the analysis of the answers of 85 first-year students (majoring in Physics) and their teachers of the introductory Physics Laboratory at the Physics Institute of the University of São Paulo (IFUSP) to a questionnaire formerly developed at the University of Surrey. In this questionnaire, 17 primary aims of the physics laboratory were scored from 0 to 5 according to their importance in two distinct cases, i.e., for an hypothetical *ideal* situation and for the *real* aims of the discipline. This particular questionnaire was chosen since similar data, obtained in 1973 at this Institute, were available for comparison. The 1995 results show a strong correlation between most of the *ideal* and *real* aims, between both students and teachers and, in particular, for students and teachers in the *real* situation. The comparison of the current results with those of 1973 suggests that the students reacted positively to the changes in the Physics Laboratory implemented in 1991, which stress the development of specific skills related to activities in experimental physics.

## I. Introdução

A preocupação em estabelecer os objetivos para o laboratório didático remonta pelo menos aos inícios dos anos 50 [1] e recebeu impulso especial a partir da

década de 60 [2]. Numa visão ampla, pode-se discernir duas linhas filosóficas norteando o uso do laboratório didático no processo ensino/aprendizagem, em particular nos anos básicos do terceiro grau [2, 3]. A primeira

---

\* Apoio Financeiro Parcial do CNPq

† Apoio Financeiro do CNPq - modalidade RD n<sup>o</sup> 301292/94-9

‡ Apoio Financeiro do CNPq - modalidade RD n<sup>o</sup> 301155/94-1

§ Apoio Financeiro do CNPq - modalidade RD n<sup>o</sup> 301340/94-3

destas coloca como papel fundamental do laboratório ilustrar a teoria através da prática, sedimentando os conceitos que, preferencialmente, foram antes abordados nas aulas expositivas. Por outro lado, na segunda linha [2, 4, 5, 6] a própria experimentação, incluindo a teoria estatística que norteia a obtenção e análise de dados, deveria ser o alvo do ensino no laboratório.

Mesmo se formalmente acoplado à respectiva parte teórica da disciplina, um laboratório didático geralmente acaba por desenvolver uma situação de relativa independência, podendo ser considerado disciplina com conteúdo próprio, já que os métodos de avaliação do aprendizado são, necessariamente, diversos. Assim, se examinados os objetivos detalhados que comumente são atribuídos ao laboratório didático de nível universitário e, em particular, na área de Física [7, 8], percebe-se que estes podem ser agrupados em 3 grandes classes:

*i* - *Objetivos operacionais*, específicos do laboratório;

*ii* - *Objetivos gerais*, freqüentemente relacionados com o desenvolvimento de habilidades e de atitudes que extrapolam a restrita atuação na disciplina;

*iii* - *Objetivos de apoio*, em geral à disciplina teórica congênere.

A literatura mostra que tem se ampliado o segmento de profissionais que reconhecem que, no planejamento didático de uma particular disciplina, é importante ter clareza sobre a ênfase que se pretende conferir a cada uma destas classes gerais, definindo na prática a linha filosófica adotada [4, 5, 6, 9]. Não se pode, porém, esquecer que esta visão ainda está longe de ser hegemônica (existindo profissionais que continuam supondo que a execução de uma coleção de atividades desconexas leve, a médio prazo, ao sucesso em relação a objetivos colocados de forma difusa) embora se saiba hoje que, na verdade, é essencial procurar hierarquizar também objetivos detalhados [2, 9, 10] dentro de cada uma das classes gerais, planejando atividades que os favoreçam.

Recentemente, os laboratórios de Física Experimental I e II oferecidos sequencialmente aos ingressantes no Curso de Bacharelado em Física do Instituto de Física da Universidade de São Paulo, foram alvos de uma reestruturação didática [11], que claramente enfatizou a

linha filosófica da experimentação. Foram inicialmente (na disciplina de Física Experimental I) privilegiados os seguintes objetivos operacionais: *treino em observação da situação experimental e seleção das variáveis relevantes; aprendizado da teoria estatística de erros e sua aplicação no tratamento de dados experimentais, em particular no que se refere à sua conceituação; conhecimento de instrumentos e de técnicas de medidas e desenvolvimento de habilidade experimental; e aprendizado de técnicas de sistematização, tratamento e apresentação de dados experimentais*. A seguir (na disciplina de Física Experimental II), adquirido o instrumental básico para a adequada compreensão dos resultados experimentais, tentou-se priorizar os objetivos gerais: *assimilação do importante papel do modelo na análise de experiências; e desenvolvimento de espírito crítico e clareza de pensamento na confrontação entre modelos teóricos e os resultados experimentais*. Em Física Experimental II foi ainda introduzido um aprimoramento em técnicas de análise de dados, através da linearização das relações funcionais com ajustes por mínimos quadrados. O objetivo operacional *desenvolvimento de capacidade de expressão na forma de relatório científico* foi perseguido de forma paralela, sem ser enfatizado. O objetivo geral *desenvolvimento de criatividade experimental* foi julgado prematuro e tocado de forma apenas incipiente na última atividade de Física Experimental II.

O presente artigo apresenta uma análise das respostas dadas em junho de 1995 a um questionário, estabelecendo uma hierarquia entre os objetivos propostos para o laboratório didático. A adoção deste questionário possibilitou uma comparação quantitativa com os dados colhidos em 1973 [7].

## II. Objetivos Ideais versus Objetivos Reais: O Questionário

Na tentativa de quantificar como os objetivos colocados pela coordenação para a disciplina de Física Experimental I foram assimilados pelos estudantes e por toda equipe de professores, foi aplicado um questionário desenvolvido na Universidade de Surrey (Inglaterra) [12] na década de 70 e submetido, na época, a alunos

do Instituto de Física da Universidade de São Paulo [7]. Questionários semelhantes têm sido utilizados também mais recentemente em outras instituições universitárias [8].

Tabela I - Objetivos do laboratório didático: Descrição dos objetivos, média de pontuação e desvio-padrão das respostas dos alunos e professores para a situação *ideal* e para a situação *real*.

	Descrição do objetivo	Alunos				Professores			
		M <sub>I</sub>	σ <sub>I</sub>	M <sub>R</sub>	σ <sub>R</sub>	M <sub>I</sub>	σ <sub>I</sub>	M <sub>R</sub>	σ <sub>R</sub>
1	Desenvolver habilidades práticas básicas	4,60	0,83	3,86	0,96	4,57	0,79	3,43	0,98
2	Familiarizar os estudantes com instrumental padrão e técnicas de medida importantes	4,73	0,54	4,01	0,87	4,29	0,95	3,71	0,95
3	Ilustrar material ensinado nas aulas teóricas	4,07	1,29	2,74	1,34	1,43	1,40	0,86	0,69
4	Ensinar princípios e atitudes no trabalho experimental	4,38	1,00	3,62	1,05	5,00	0,00	3,86	0,69
5	Treinar os estudantes em observação	4,51	1,05	3,61	1,18	4,43	0,53	3,43	1,13
6	Treinar os estudantes na interpretação de dados experimentais	4,67	0,73	3,63	0,99	5,00	0,00	3,86	0,90
7	Utilizar dados experimentais para resolver problemas específicos	4,21	1,09	3,19	1,17	2,71	1,11	3,14	1,57
8	Treinar os estudantes no preparo de relatórios escritos	4,14	1,23	3,49	1,24	3,43	0,53	3,00	0,58
9	Treinar os estudantes em aspectos de projeto experimental	4,13	1,27	3,08	1,37	3,00	1,00	1,57	0,98
10	Proporcionar melhor contacto entre professores e alunos	4,15	1,11	3,60	1,20	2,14	1,35	2,57	1,27
11	Infundir confiança no método científico	4,38	1,09	3,40	1,19	3,43	1,27	2,71	1,38
12	Estimular e manter o interesse dos alunos no estudo de Física	4,47	1,09	2,94	1,44	3,43	1,51	2,00	1,00
13	Ensinar algum material <i>teórico</i> não incluído nas aulas de teoria	3,71	1,40	2,68	1,44	1,00	0,82	1,00	0,58
14	Encorajar pensamento independente	4,42	1,04	3,42	1,34	4,00	1,00	2,71	0,95
15	Demonstrar o uso do método experimental como uma alternativa para o método analítico de resolver problemas	4,29	0,96	3,36	1,18	2,00	1,41	1,86	1,46
16	Motivar os estudantes para o estudo de Física	4,29	1,19	2,69	1,53	3,29	1,38	1,71	1,11
17	Ajudar a transpor a barreira entre teoria e prática	4,33	1,26	3,19	1,42	3,00	1,00	2,14	0,90

Na Tabela I estão transcritos os 17 objetivos propostos que deveriam ser pontuados de 0 a 5, conforme o grau de importância associado. Em geral há pelos menos 2 objetivos (por exemplo: 12 e 16 ou 3 e 13) com conteúdo suficientemente próximo para se poder confrontar a coerência das respostas. A seqüência de objetivos foi pontuada duas vezes: na primeira deveria ser feita a pontuação segundo a importância *ideal* do respectivo objetivo, ou seja, segundo a expectativa numa situação perfeita, e na segunda refletindo a situação *real*. Havia possibilidade de serem acrescidos até 3 outros objetivos à lista, porém esta abertura praticamente não foi utilizada. O questionário foi preenchido, de forma voluntária, no fim da disciplina de Física Experimental I (1º semestre) por 85 dos aproximadamente 120 alunos que seguiram até o final das aulas e pe-

los 7 professores da equipe. Evidentemente, se o questionário tivesse sido explicitamente desenvolvido para a atual disciplina, os objetivos teriam sido apresentados de forma a destacar a maior ênfase dada à sistematização e ao tratamento adequado de dados e a certas habilidades experimentais básicas.

No questionário aplicado, os objetivos 1, 2, 6, 7, 8 e 9 podem ser considerados objetivos operacionais específicos; os objetivos 4, 5, 12, 14, 15, 16 e 17 podem ser considerados objetivos gerais; enquanto os objetivos 3 e 13 são objetivos de apoio, segundo a separação nas 3 classes gerais.

### III. Análise dos Resultados do Questionário

A Tabela I apresenta, para cada um dos 17 obje-

tivos, nas colunas 3 a 6, as médias das respostas dos alunos para as situações *ideal* ( $M_I$ ) e *real* ( $M_R$ ) e os desvios-padrão ( $\sigma_I$  e  $\sigma_R$ ), que caracterizam a dispersão das respostas; nas colunas 7 a 10 constam as informações correspondentes, dos professores. Fica evidente que os alunos, ingressantes, pontuaram todos os objetivos *ideais* com notas extremamente altas; também todos os objetivos *reais* obtiveram pontuação acima do valor que corresponderia à importância regular, ou seja, 2,5. De fato, nos dados dos alunos a média geral sobre a pontuação de todos os objetivos na situação *ideal* é de  $\overline{M}_I(A95) = 4,32$  e a na situação *real*  $\overline{M}_R(A95) = 3,32$ . O desvio-padrão típico na pontuação de cada objetivo é da ordem de 1 na seqüência *ideal* e um pouco maior na seqüência *real*; desta forma o desvio-padrão da pontuação média de cada objetivo é, para os 85 alunos, da ordem 0,1, conferindo significância para a diferenciação entre a maioria dos objetivos, apesar da pouca discriminação dos objetivos *ideais*. Os resultados dos professores apresentaram critérios mais restritivos sobre a importância relativa dos objetivos, refletidos também pelas médias gerais de pontuação mais baixas  $\overline{M}_I(P) = 3,30$  e  $\overline{M}_R(P) = 2,56$ . De modo geral, pode-se dizer que ambos, estudantes e professores, ordenaram, tanto na situação *ideal* quanto na *real*, os objetivos específicos prevalecendo sobre os gerais e apresentaram nos últimos lugares em importância os objetivos que se referem a apoio do laboratório para a teoria (objetivos 3 e 13).

A Figura 1.a ilustra de forma mais simples as informações contidas nas pontuações médias conferidas pelos alunos a cada objetivo. A pontuação dos objetivos *reais* situa-se da ordem de 1 ponto abaixo daquela dos *ideais*, mas mantém com ela uma grande correlação. Há apenas 4 inversões facilmente discriminadas: foram considerados relativamente mais importantes na situação *real* do que na *ideal* os objetivos 8 e 10 e foram cotados como bem menos importantes do que a expectativa *ideal* os objetivos 12 e 16. A Figura 1.b, através de uma correlação de postos (com *classificação em ordem decrescente de pontuação*, isto é, postos mais baixos para objetivos mais importantes), evidencia melhor tanto as exceções acima apontadas, quanto a coêrencia geral que

os alunos parecem notar entre objetivos *reais* e *ideais*. As linhas dispostas nesta figura, como nas subsequentes do mesmo tipo, assinalam a região que está  $\pm 2$  postos a partir da linha de concordância perfeita. Objetivos que aparecem no triângulo à direita destas linhas são objetivos considerados supervalorizados na situação *real* frente à *ideal*, ocorrendo o contrário com objetivos no triângulo à esquerda. Para efeitos de ordenação tomou-se como anteriores em posição, se empatados na pontuação, objetivos com o  $\sigma$  menor. Permanecendo ainda o empate, classificou-se o objetivo mais geral como o de menor posto. No caso dos objetivos 9 e 17, na situação *ideal* para os professores, o objetivo 17 foi tomado como de posto mais baixo, porque os critérios anteriores não os desempataavam. O coeficiente de correlação de postos de Kendall [13] pode ser utilizado como indicador quantitativo de concordância, tendo valor +1,0 para correlação perfeita; -1,0 para anti-correlação perfeita e 0,0 para dados sem correlação; por exemplo, para os dados da Figura 1.b (alunos de 1995), o coeficiente de correlação de Kendall é  $\tau = 0,57$ . Na Tabela II são apresentados os coeficientes de correlação de Kendall, incluindo-se correlações envolvendo os alunos de 1973 [7]. Alguns resultados extraídos diretamente das Figuras 1.a e 1.b, de fato, não constituem surpresa, já que os alunos não costumam valorizar a confecção de relatórios (objetivo 8) e o laboratório na realidade, por comportar turmas menores, favorece o contacto professor-aluno (objetivo 10). Embora longe de ser positiva, também não foi inesperada a informação que o laboratório não estimulou o interesse pela Física (objetivos 12 e 16), já que o principal objetivo específico referia-se ao ensino da teoria dos erros [14], assunto reconhecidamente árido. Foi com satisfação, por outro lado, que se verificou que o objetivo 6 – *treinar os estudantes na interpretação de dados experimentais* se apresentou, na situação *real*, num honroso 3º lugar e que o objetivo 4 – *ensinar princípio e atitudes no trabalho experimental* avançou da 7ª posição na situação *ideal* para um importante 4º lugar naquilo que os alunos consideraram acontecer na realidade em 1995.

Tabela II - Coeficientes de correlação de Kendall [13],  $\tau$ , para a ordenação dos objetivos segundo sua importância, comparando situação *ideal* e *real* e amostras de diferentes populações.

Coeficientes de Correlação de Kendall para a Ordenação dos Objetivos		
População	Situação no Laboratório	$\tau$
Alunos 1995	<i>Real</i> $\times$ <i>Ideal</i>	0,57
Professores 1995	<i>Real</i> $\times$ <i>Ideal</i>	0,72
Prof. $\times$ Alunos 1995	<i>Ideal</i>	0,63
Prof. $\times$ Alunos 1995	<i>Real</i>	0,72
Alunos 1995 $\times$ Alunos 1973	<i>Ideal</i>	0,49
Alunos 1995 $\times$ Alunos 1973	<i>Real</i>	0,41
Alunos 1973	<i>Real</i> $\times$ <i>Ideal</i>	0,32

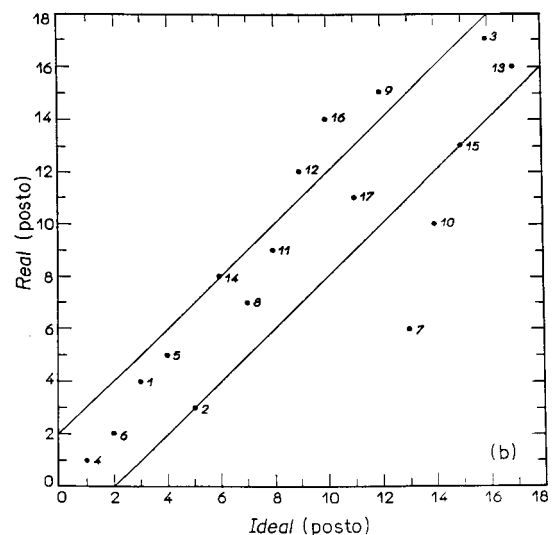
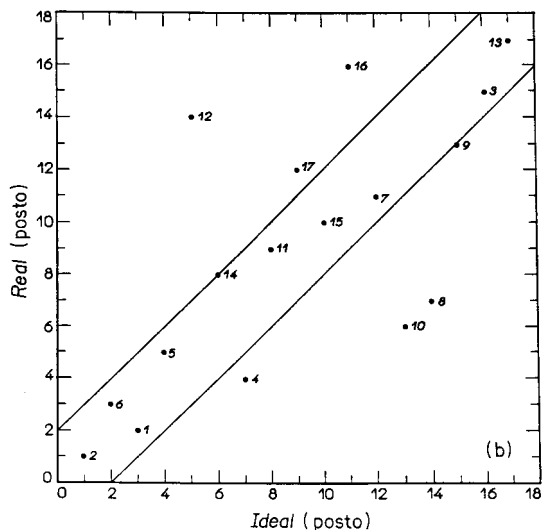
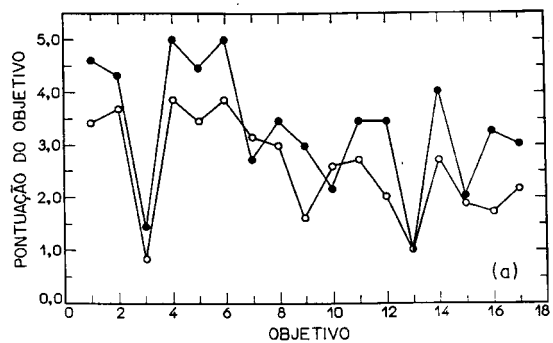
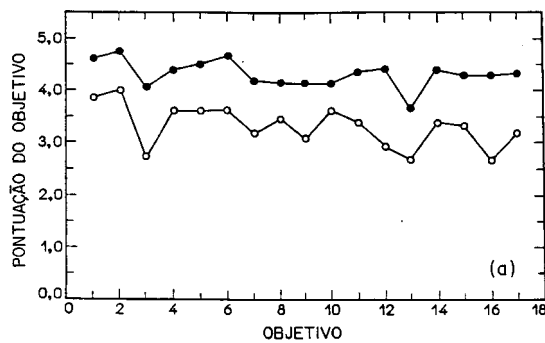


Figura 1.a - Média de pontuação (0 a 5) das respostas dos alunos para os objetivos do laboratório didático para a situação *ideal* (círculos cheios) e para a situação *real* (círculos vazios). O desvio padrão da média é da ordem de 0,1.

b - Correlação de postos dos objetivos entre a situação *real* e a situação *ideal* para os alunos ingressantes em 1995. Os postos são classificados em ordem decrescente de pontuação. O número junto a cada ponto corresponde ao objetivo associado. As retas assinalam a região de  $\pm 2$  postos da linha de concordância perfeita.

Figura 2.a - Média de pontuação (0 a 5) das respostas dos professores para os objetivos do laboratório didático para a situação *ideal* (círculos cheios) e para a situação *real* (círculos vazios). O desvio padrão da média típico, para esta amostra de 7 docentes, é da ordem de 0,3.

b - Correlação de postos dos objetivos entre a situação *real* e a situação *ideal* para os professores. Vide também legenda da Figura 1.b.

A Figura 2.a apresenta, de forma análoga à Figura 1.a, as pontuações segundo as respostas dos professores. Nela pode-se observar que há boa correlação entre o *real* e o *ideal* e que o nível de discriminação é, de fato, consideravelmente maior do que o dos alunos. A correlação de postos é apresentada para os dados dos professores na Figura 2.b, sendo alto o coeficiente de correlação de Kendall entre situação *ideal* e *real* ( $\tau = 0,72$ ). A Figura 2.b indica para destaque basicamente o objetivo 7 – utilizar dados experimentais para resolver problemas específicos como supervalorizado na situação *real*, na opinião dos professores.

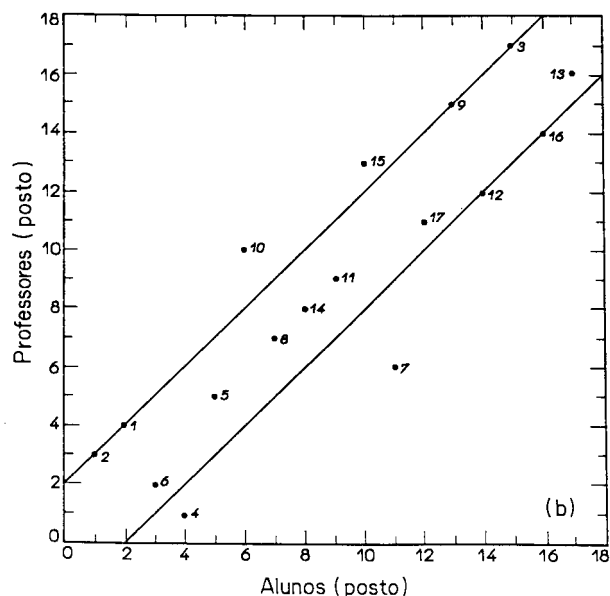
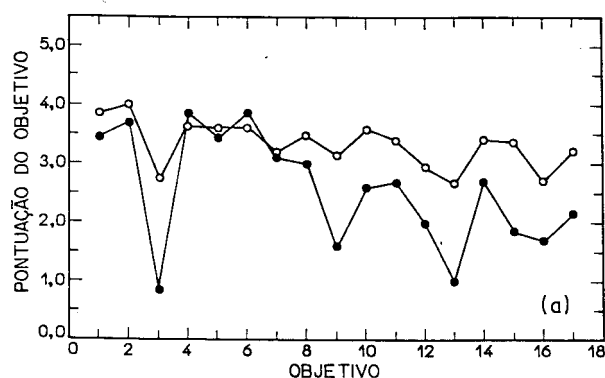


Figura 3.a - Média de pontuação (0 a 5) das respostas dos professores (círculos cheios) – o desvio padrão da média típico é da ordem de 0,3 – em comparação com as dos alunos de 1995 (círculos vazios) – o desvio padrão da média típico é da ordem de 0,1 – para os objetivos do laboratório didático na situação *real*.

b - Correlação de postos dos objetivos para a situação *real* entre professores e alunos ingressantes de 1995. Vide também legenda da Figura 1.b.

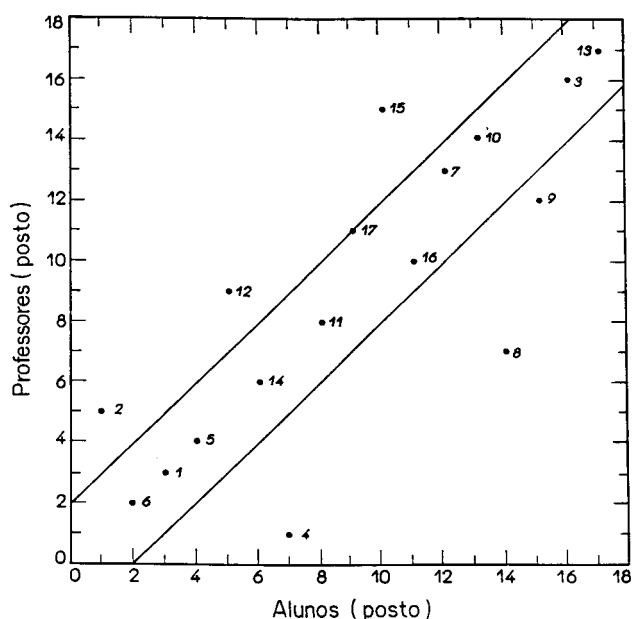


Figura 4. Correlação de postos dos objetivos para a situação *ideal* entre professores e alunos ingressantes de 1995. Vide também legenda da Figura 1.b.

As Figuras 3.a e b e IV comparam os resultados dos professores com os dos alunos, para os casos *real* e *ideal*. A Figura 3.a mostra que, dentro das tendências já analisadas (maior discriminação de importância relativa por parte dos professores; pontuação relativamente alta de todos os objetivos pelos alunos) a concordância entre professores e alunos sobre o que realmente está sendo valorizado na disciplina de Física Experimental I é muito alta. Esta informação se torna ainda mais evidente a partir do gráfico de correlação de postos da Figura 3.b, e através do valor elevado do coeficiente de correlação de Kendall,  $\tau = 0,72$ . Percebe-se que a supervalorização do objetivo 7 na situação *real* é mais sentida pelos professores. Finalmente, o gráfico de correlação de postos sobre uma hipotética situação *ideal*, Figura 4, é um pouco prejudicado pela diferença gritante na discriminação entre as amostras. O coeficiente de correlação de Kendall, neste caso, é  $\tau = 0,63$ . Destacam-se, no triângulo à direita, como *idealmente* supervalorizados pelos professores na opinião dos alunos, os objetivos 4 – ensinar princípios e atitudes no trabalho experimental e 8 – treinar os estudantes no preparo de relatórios escritos.

**IV. Mudou algo no laboratório didático nos últimos 20 anos?**

As Figuras 5.a e 5.b comparam, respectivamente para a expectativa *ideal* e para a situação *real*, os resultados do mesmo questionário entre a amostra atual (1995) e uma amostra de 500 alunos de 1<sup>o</sup> ano da área de ciências exatas da então disciplina de Física I do IFUSP em 1973 [7]. Fica claro que é relativamente baixa a correlação entre os objetivos apontados nas duas épocas para o laboratório, tanto *ideais* (Figura 5.a;  $\tau = 0,49$ ) quanto *reais* (Figura 5.b;  $\tau = 0,41$ ). Em particular, a Figura 5.b mostra que apenas 3 dos 17 objetivos *reais* propostos estão a menos de 2 postos da linha de concordância perfeita, na comparação entre 1995 e 1973, indicando que os alunos atuais vivenciam uma realidade no laboratório bastante diferente daquela de 20 anos atrás.

Em 1973, a média geral de pontuação na situação *ideal* foi  $\overline{M}_I(A73) = 4,4$  [7], idêntica à atual, confirmando a pouca discriminação também destes alunos. No entanto, fica evidente pela Figura 5.a, que atualmente foram muito mais valorizados na situação *ideal* os objetivos 12 - *estimular e manter o interesse no estudo da Física* e 14 - *encorajar pensamento independente*, enquanto os objetivos relacionados à ligação com a teoria 3 e 17 perderam importância relativa. O objetivo 13 - *ensinar algum material "teórico" não incluído nas aulas de teoria*, surpreendentemente, já fora mal classificado na situação *ideal* em 1973, em concordância com 1995. O objetivo 9 - *treinar estudantes em aspectos de projeto experimental* que era considerado *idealmente* muito importante em 1973, foi menos pontuado em 1995.

Por outro lado, na situação *real* obteve-se em 1973,  $\overline{M}_R(A73) = 2,7$ , valor quase 3/4 de ponto abaixo da média geral atual ( $\overline{M}_R(A95) = 3,32$ ). A equipe de professores sentiu-se recompensada ao notar, a partir da Figura 5.b, que, na situação *real*, os objetivos 4 - *encorajar pensamento independente*, 5 - *treinar estudantes em observação* e 14 - *ensinar princípios e atitudes no trabalho experimental*, subiram consideravelmente de pontuação; também foi encorajador que

principalmente o objetivo 3 - *ilustrar material ensinado nas aulas teóricas*, mas também o objetivo 8 - *treinar o estudante no preparo de relatórios escritos* foram percebidos pelos alunos como dotados de menor ênfase na atual orientação da disciplina. O objetivo 9 - *treinar os estudantes em aspectos de projeto experimental*, apesar de entendido como pouco importante na situação *real* em ambas as ocasiões, está em posição relativamente melhor na realidade de 1995. Nota-se, ainda na situação *real*, a aparente contradição entre as pontuações dos objetivos 3 e 13 em 1973, o que talvez indique que a situação do laboratório era, no passado, claramente sentida como subalterna à correspondente parte teórica.

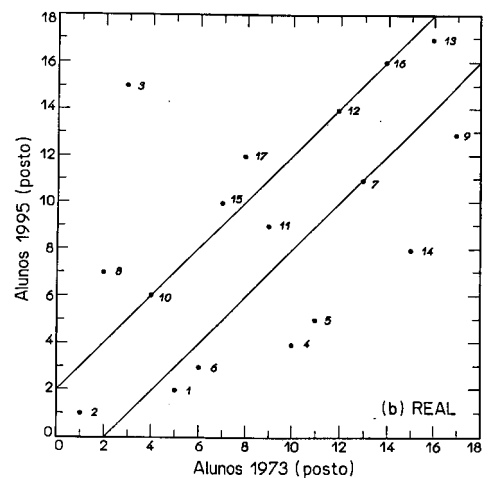
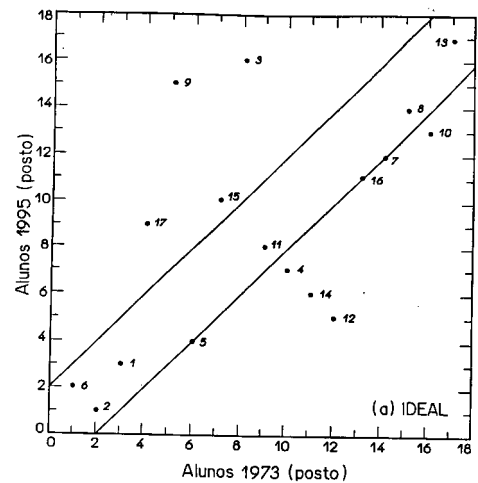


Figura 5.a - Correlação de postos dos objetivos para a situação *ideal*, comparando os alunos ingressantes de 1995 com alunos do 1<sup>o</sup> ano em 1973. Vide também legenda da Figura 1.b.

b - Correlação de postos dos objetivos para a situação *real*, comparando os alunos ingressantes de 1995 com alunos do 1<sup>o</sup> ano em 1973. Vide também legenda da Figura 1.b.

Finalmente, é importante lembrar que a correlação de postos, entre objetivos *reais* e *ideais*, para os alunos de 1973 [7] foi menor do que a de 1995, como pode ser verificado na Tabela II, a partir da comparação entre os coeficientes de correlação de Kendall ( $\tau = 0,32$  em 1973, contra  $\tau = 0,57$  em 1995). Pode-se afirmar, portanto, que houve maior convergência entre a expectativa *ideal* e a realidade em 1995.

## V. Discussão e Conclusões

A discussão comparativa das informações é facilitada pelo uso de diagramas que representam as *diferenças em postos* dos objetivos nas situações enfocadas, para as populações a serem comparadas [15]. Assim, através da Figura 6, analisam-se, ao mesmo tempo, a coerência entre expectativa e realidade e a concordância entre professores e alunos (de 1995), enquanto as Figuras 7.a e 7.b são diagramas comparativos entre alunos de 1995 e de 1973, sob dois pontos de vista diferentes.

O significado dos diagramas de comparação é exemplificado por meio da Figura 6. Fica claro que esta figura é uma releitura comparativa das Figuras 3.b e 4. Pontos perto da origem significam coerência entre a situação *ideal* e *real* e concordância entre professores e alunos. Lembrando que, na ordenação feita, objetivos mais importantes correspondem a postos menores, pontos nos 1<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> quadrantes representam concordância entre professores e alunos, respectivamente, quanto à subvalorização e quanto à supervalorização dos objetivos correspondentes na situação *real*; pontos nos quadrantes 2 e 4, de modo análogo, significam discordâncias, tão mais significativas quantos mais afastados os pontos estiverem da origem. Pontos sobre o eixo horizontal informam que, segundo a visão dos professores, a importância do objetivo está adequadamente representada na situação *real*, havendo discordância dos alunos, enquanto para pontos sobre o eixo vertical a situação se inverte.

Assim, a análise da Figura 6 informa que há concordância entre professores e alunos de 1995 que os ob-

jetivos 12 – *estimular e manter o interesse dos alunos no estudo de Física* e 16 – *motivar os estudantes para o estudo de Física* estão subvalorizados na realidade, sendo este fato, porém, mais sentido pelos alunos; há também concordância que o objetivo 10 – *proporcionar melhor contacto entre professores e alunos* está supervalorizado. *Treinar estudantes no preparo de relatórios escritos* 8 – está na medida certa para professores, mas continua supervalorizado na opinião dos alunos; o objetivo 7 – *utilizar dados experimentais para resolver problemas específicos* está quase adequadamente representado para os alunos, enquanto os professores o julgam supervalorizado, na situação atual do laboratório. De modo geral, entretanto, a Figura 6 mostra, através da grande concentração de pontos a menos de 4 postos (sendo que a incerteza na diferença de classificação por postos, é estimada, em geral, em  $\pm 3$  postos) da origem, que professores e alunos, além de estarem em bom acordo, julgam que a situação *real* está refletindo os objetivos *ideais* do laboratório de forma satisfatória.

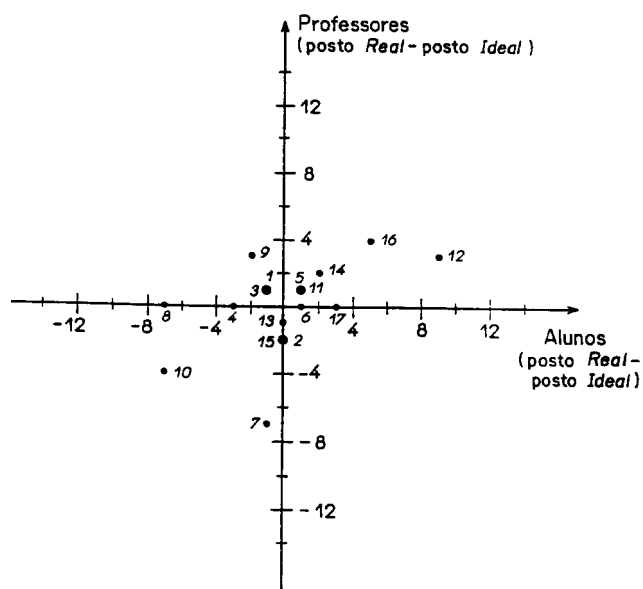


Figura 6. Diagrama da diferença em postos dos objetivos entre situação *real* e situação *ideal*, comparando professores e alunos ingressantes de 1995. O número junto a cada ponto corresponde ao objetivo associado. Círculos maiores correspondem a ocorrência de dois postos superpostos.

Na Figura 7.a é apresentada a mesma análise, desta vez comparando a opinião entre alunos de 1995



e alunos de 1973 sendo, portanto, a composição das informações contidas nas Figuras 5.a e 5.b. A disposição de pontos a menos de 4 postos da origem mostra que, sobre parte dos objetivos, os alunos não têm divergências importantes entre *real* e *ideal* tanto em 1995, quanto em 1973. Estão entre estes os objetivos específicos 1 e 2, que se referem a habilidades práticas básicas incluindo uso de instrumentos e técnicas de medida, julgados importantes, porém contemplados em ambas as ocasiões, e o objetivo específico 7 – utilizar dados experimentais para resolver problemas específicos, considerado sempre pouco importante. Também não há divergências quanto aos objetivos gerais 11 – infundir confiança no método científico e 15 – demonstrar o uso do método experimental como uma alternativa para o método analítico de resolver problemas, talvez considerados “vagos” pelos alunos ingressantes e tomados como de importância mediana, nem quanto ao objetivo de apoio 13, sempre pouco valorizado, conforme já destacado na seção IV. Destoam os objetivos 12 – estimular e manter o interesse dos alunos no estudo de Física e 16 – motivar os estudantes para o estudo de Física que estão, em 1995, bem mais distantes do em ideal; ao contrário, vale destacar os objetivos 5 – treinar os estudantes em observação e 6 – treinar os estudantes na interpretação de dados experimentais, que se aproximaram bastante da posição “correta” em 1995, enquanto dela se afastavam em 5 postos em 1973. O objetivo 3 – ilustrar material ensinado nas aulas teóricas está quase sobre o eixo horizontal esquerdo, portanto adequado em 1995, tendo sido considerado supervalorizado em 1973 pelos alunos; por outro lado o objetivo 9 – treinar os estudantes em aspectos de projeto experimental, também quase na posição “correta” em 1995, foi julgado subvalorizado em 12 postos em 1973. Finalmente, embora ainda julgados muito supervalorizados na situação *real* pelos alunos de 1995, os objetivos 8 – treinar os estudantes no preparo de relatórios escritos e 10 – proporcionar melhor contacto entre professores e alunos se aproximaram do *ideal* em 6 e 5 postos, respectivamente.

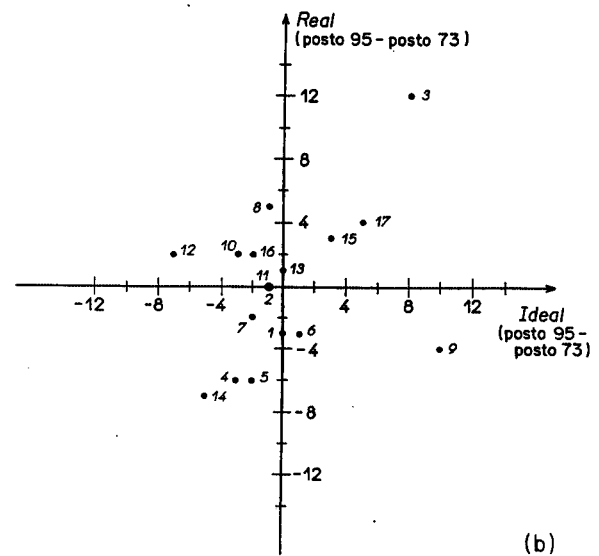
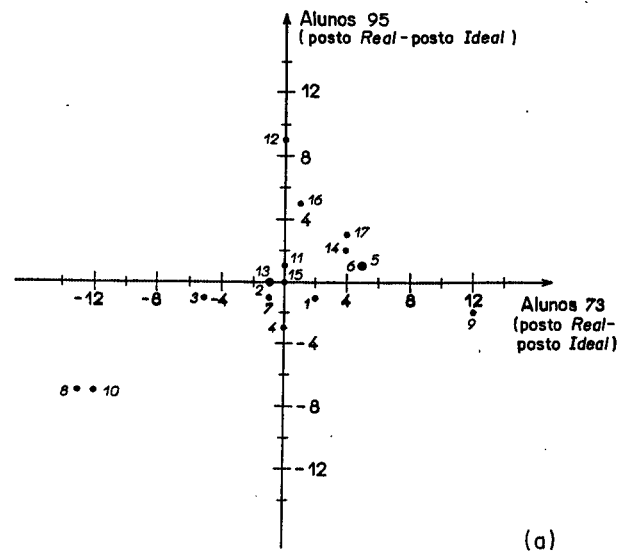


Figura 7.a - Diagrama da diferença em postos dos objetivos, situação *real* – situação *ideal*, para alunos ingressantes de 1995 e alunos de 1973. Vide também legenda da Figura 6. b - Diagrama da mudança em postos dos objetivos entre 1995 e 1973, para a situação *real* e situação *ideal*. Vide também legenda da Figura 6.

A releitura das informações usadas na confecção da Figura 7.a é feita na Figura 7.b, no sentido de enfatizar mudanças ocorridas entre 1973 e 1995. A inspeção desta figura mostra que mais da metade dos objetivos mudou de posição por mais de 4 postos na ordenação feita pelos alunos de 1995. Dentre os que estão próximos à origem destacam-se vários objetivos específicos e os objetivos 10, 13, 15 e 16. Na verdade, entre os objetivos gerais, apenas os obje-

tivos 11 – *infundir confiança no método científico* e 16 – *motivar os estudantes para o estudo da Física* mantiveram-se muito próximos (diferença  $\leq 2$  postos) aos resultados obtidos em 1973. Merece destaque que os objetivos gerais 4 – *ensinar princípios e atitudes no trabalho experimental*, 5 – *treinar os estudantes em observação* e 14 – *encorajar pensamento independente* subiram significativamente em importância, principalmente no *real*, em 1995. O objetivo 17 – *ajudar a transpor a barreira entre teoria e prática perdeu posição tanto no real como no ideal para os alunos de 1995*. Já o objetivo 12 – *estimular e manter o interesse dos alunos no estudo de Física parece ter ganho importância apenas no ideal*, em 1995, enquanto o objetivo 8 – *treinar os estudantes no preparo de relatórios escritos* perdeu importância, especialmente no *real*. A Figura 7.b ainda deixa em evidência a grande mudança na importância atribuída pelos estudantes ao objetivo 3 – *ilustrar material ensinado nas aulas de teóricas*, tanto no *ideal* quanto no *real*, sendo que em 1995 o mesmo foi julgado muito menos importante, salientando assim, que os alunos parecem ter absorvido a mudança de ênfase colocada para o laboratório. Por fim, torna-se novamente visível a aparente incoerência entre a pontuação deste objetivo de apoio 3 e aquela do objetivo 13 – *ensinar algum material teórico não incluído nas aulas de teoria*, que foi considerado como muito pouco importante nas situações *ideal* e *real*, nas duas épocas, o que possivelmente pode ser entendido como subordinação do laboratório à teoria em 1973, conforme já foi comentado na seção IV. O objetivo específico 9 – *treinar os estudantes em aspectos de projeto experimental* foi reconhecido como muito menos importante na situação *ideal* de um curso introdutório em 1995, embora na realidade esteja melhor aquinhado, do que em 1973. A interpretação das Figuras 7.a e 7.b induz, portanto, à conclusão que os alunos perceberam e, em grande parte, absorveram a mudança de enfoque que foi implementada no ensino de laboratório no IFUSP, em direção a uma disciplina que pretende proporcionar um treinamento inicial nas habilidades específicas da Física Experimental, desvinculando-se do objetivo *ilustrar material ensinado nas aulas teóricas*. Neste as-

pecto a situação é consideravelmente diferente daquela relatada por Sebastia [8], em 1987, onde este tipo de objetivo foi pontuado como o primeiro em importância *ideal* tanto por professores ( $M = 4,02$ ), quanto por estudantes ( $M = 3,92$ ), em respostas a questionário similar utilizado na análise do Laboratório de Física, na Universidad Simon Bolivar, Caracas.

Concluindo, pode-se pois afirmar que os alunos, ingressantes no IFUSP, estão basicamente de acordo com o que os professores consideram importante na disciplina de Física Experimental I e consideram que a realidade não está muito distante das expectativas. A análise revelou também que houve mudanças significativas de enfoque entre 1973 e 1995 e que estas mudanças foram percebidas e acompanhadas pelos alunos. É intenção da equipe de professores reaperceber o questionário cujos resultados foram aqui analisados, a alunos e docentes ao final da disciplina de Física Experimental II, no segundo semestre de 1995; pretende-se, a partir de 1996, modificá-lo para discriminar melhor os objetivos específicos atuais obtendo, assim, realimentação mais detalhada sobre o andamento da disciplina.

## References

- [1] J. Hough, *The Fundamental Problems of Experimental Physics*, Am. J. Phys. **19**(9);489-499(1951).
- [2] J.C. Menzie, *The Lost Arts of Experimental Investigation*, Am. J. Phys. **38**(9);1121-1127(1970).
- [3] M.C. Robinson, *Undergraduate Laboratory in Physics: Two Philosophies*, Am. J. Phys. **47**(10);859-862(1979).
- [4] F.R. Yeatts, *Measurement Oriented Basic Physics Laboratory*, Am. J. Phys. **47**(1);46-49(1979).
- [5] F. Reif e M.St. John, *Teaching Physicists' Thinking Skills in the Laboratory*, Am. J. Phys. **47**(11);950-957(1979).
- [6] J.G. Potter e J. Burns, *Alternative Justification for Introductory Physics Laboratory Courses*, Am. J. Phys. **52**(1);12-13(1984).
- [7] J. Zanetic, *Practical Work in Physics Teaching / Learning at the University Level*, Dissertação de Mestrado em Science Education, Centre for Science Education, Chelsea College, University of London, 1974.
- [8] J.M. Sebastia, *¿Que se Pretende en los Laboratorios de Física Universitaria?*, Enseñanza de las Ciencias **5**(3);196-204(1987).

- [9] W.S. Toothacker, *A Critical Look at Introductory Laboratory Instruction*, Am. J. Phys. **51**(6);516-520(1983).
- [10] E.H. Carlson, *Constructing Laboratory Courses*, Am. J. Phys. **54**(11);972-976(1986).
- [11] J.H. Vuolo et al., *Apostilas de Física Experimental I e II*, IFUSP, 1991-1996; L.B. Horodynski-Matsushigue, P. R. Pascholati, M. Moralles, M.-L. Yoneama, J.F. Dias, W.S. Seale e P.T.D. Siqueira, *Teoria de Erros na Prática*, a ser publicado.
- [12] R.G. Chambers, *Laboratory Teaching in the United Kingdom*, in *New Trends in Physics Teaching*, volume II, Unesco, Paris, 1972.
- [13] G.E. Noether, *Introdução à Estatística - Uma Abordagem não Paramétrica*, 2<sup>a</sup> edição, Guanabara Dois, Rio de Janeiro, 1983.
- [14] J.H. Vuolo, *Fundamentos da Teoria de Erros*, 2<sup>a</sup> edição, Edgard Blücher, 1995, São Paulo.
- [15] D.J. Boud, *The Laboratory Aims Questionnaire - A New Method for Course Improvement?*, Higher Education **2**;81-94(1973).