

Avaliação do Ensino de Laboratório: Uma Proposta Alternativa*

ANTONIO MARIA FREIRE PASSOS

Departamento de Ciências, Universidade Federal do Acre, 69900 Rio Branco, AC, Brasil

MARCO ANTONIO MOREIRA

Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 90000 Porto Alegre, RS

Recebido em 15 de Março de 1982

It is described a study carried out in the area of laboratory instruction in which an alternative is proposed for the evaluation of this instruction, which tries to investigate to what extent students are able to identify the physical phenomenon underlying an experiment, the method used and the answer (results) obtained for the basic question. The research findings suggest that many times the students are not able to identify these aspects which might be characterized as constituting the "structure" of the experiment.

É relatado um estudo, feito na área de ensino de laboratório, no qual se procura apresentar uma alternativa, para a avaliação desse ensino, que tenta investigar até que ponto os alunos são capazes de identificar o fenômeno físico envolvido em um experimento, a questão básica sob investigação, o método usado e quais as respostas (resultados) obtidas para a questão básica. Os resultados obtidos sugerem que muitas vezes os alunos não são capazes de identificar esses aspectos que poderiam ser caracterizados como constituintes da "estrutura" do experimento

* Trabalho parcialmente financiado por CAPES e FINEP.

INTRODUÇÃO

O ensino de laboratório é, provavelmente, a área mais enfatizada por aqueles que se dedicam ao ensino da Física. Neste sentido, muitos esforços são feitos para melhorar esse ensino, para desenvolver novos materiais e experimentos ou para encontrar alternativas que permitam a realização de atividades experimentais mesmo em condições adversas no que concerne à disponibilidade de equipamentos e local adequados.

Entretanto, apesar desse destaque dado ao ensino de laboratório, não se nota, pelo menos aparentemente, uma preocupação maior com a avaliação da aprendizagem decorrente desse ensino. Parece ser ponto pacífico que a avaliação do ensino de laboratório deva ser feita em função dos resultados obtidos pelos alunos, i.e., dos gráficos, tabelas e valores numéricos encontrados nos experimentos realizados.

O presente trabalho procura chamar a atenção para o fato de que, ao se fazer isso, alguns aspectos importantes do ensino de laboratório podem estar sendo ignorados e os alunos podem estar sendo estimulados a ver a atividade de laboratório apenas como uma procura de "resultados corretos". Nesse sentido é proposta, então, uma maneira alternativa de avaliar o ensino de laboratório.

O ESTUDO (Primeira Etapa)

O estudo a ser descrito neste trabalho é uma réplica de outro feito por um dos autores em 1976¹. Nesse estudo foi usada uma abordagem não tradicional à avaliação do ensino de laboratório que estava interessada em verificar o desempenho dos alunos não através dos usuais gráficos, tabelas e médias e sim através da identificação da(s) questão(ões) básica(s), do(s) fenômeno(s) de interesse envolvido(s), do(s) conceito(s)-chave, do método usado e do(s) resultado(s) obtido(s) em um determinado experimento.

Esse tipo de avaliação do laboratório é consistente com as cinco questões propostas por D. B. Gowin² para "desempacotar" conhecimentos

documentados sob a forma de artigos, textos, livros, etc. Essas questões são:

1. Qual(is) é(são) a(s) questão(ões) básica(s)
2. Quais são os conceitos-chave?
3. Quais os métodos de investigação?
4. Quais são as asserções de conhecimento?
5. Quais são as asserções de valor?

Por exemplo, ao analisar ou "desempacotar" um artigo de pesquisa, a "questão básica" é aquela que identifica o fenômeno de interesse sob investigação. Os "conceitos-chave" são os conceitos básicos do campo de estudo ao qual o artigo se refere e que estão envolvidos na questão básica ou na pesquisa em si. Os "métodos de investigação" são a seqüência de passos, as técnicas de pesquisa, os instrumentos que foram usados para responder a questão básica, i.e., para ir da questão básica às "asserções de conhecimento". As "asserções de conhecimento" são, portanto, respostas à questão básica, enquanto que as "asserções de valor" se referem à significância, utilidade, importância dessas asserções.

A partir dessas cinco questões, Moreira¹ elaborou um teste que foi aplicado ao final de vários experimentos realizados pelos alunos em um curso de Física Geral. Com base nos resultados obtidos sugeriu que (p. 447):

... em muitos casos, os estudantes executam os experimentos sem uma idéia clara sobre o que estão fazendo ou sobre o que "está por trás" de um experimento. Muitos alunos não são capazes de identificar os conceitos físicos, os fenômenos básicos e mesmo a questão básica envolvida no experimento. Além disso, usam os termos "método científico" e "método experimental" imprecisamente, identificando-os com o mero uso de equipamento de laboratório, e não vêem a experimentação como um processo de produção de conhecimento. Se esse é realmente o caso, então, provavelmente, muitas implicações haverá para o ensino de laboratório.

A réplica ao estudo de Moreira foi conduzida em duas etapas. A primeira delas, realizada no segundo semestre de 1977, com estudantes de Física ou Engenharia matriculados em disciplinas de Física Geral mi-

nistradas no Instituto de Física da UFRGS, envolveu a avaliação da aprendizagem nos seguintes experimentos:

1. Estudo de um campo eletrostático simulado.
2. Verificação da linearidade ou não de diferentes resistores.
3. Circuito RC; carga e descarga de um capacitor.
4. Colisões bidimensionais (estudo da conservação do momentum linear).
5. Atividade ótica.

Todos estes experimentos estavam integrados a disciplinas de Física Geral onde se usava o método expositivo tradicional. Os guias de laboratório eram do tipo no qual os alunos recebem uma seqüência de passos a serem seguidos, i.e., guias estruturados.

A avaliação foi feita através de um teste com cinco questões, precedidas de um pequeno texto, semelhante ao usado por Moreira no estudo anterior¹. Este teste está no Apêndice I. Na correção das respostas foi usada uma escala de 0 a 4 pontos para cada questão, correspondendo zero pontos às respostas completamente erradas, quatro pontos aos acertos totais e um, dois e três pontos para respostas incompletas. Os resultados obtidos estão na tabela 1. Nesta tabela, observa-se que:

- Os escores médios referentes ao(s) fenômeno(s) básico(s), com exceção, talvez, do experimento (3), Circuito RC, foram muito baixos (em relação ao valor máximo 4,00) especialmente os dos experimentos (4), Colisões Bídimensionais, e (2) Verificação da Linearidade ou Não de Vários Resistores.

- Quanto aos escores médios da segunda pergunta, que era sobre a(s) questão(ões) básica(s), foram bastante baixos para todos os experimentos, talvez com exceção do terceiro.

- Para a terceira questão [qual(is) o(s) conceito(s) físico(s) mais relevante(s)], foram obtidos escores médios razoáveis nos três primeiros experimentos.

- Na quarta questão, em que se pedia aos alunos que descrevessem o método usado na experiência, foram igualmente insatisfatórios os escores médios (com exceção, talvez, do segundo experimento).

Tabela 1 - Resultados da primeira etapa

Experimentos	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Questões	Campo Elétrico	Resistores	Circuito RC	Colisões	Atividade Ótica
1 Fenômeno(s)	2,12	1,63	3,17	1,55	2,04
2 Questão(ões)	1,88	1,46	2,17	1,67	1,91
3 Conceitos	2,70	2,71	2,11	1,70	1,05
4 Método	1,59	2,37	1,78	1,10	2,02
5 Resultados	1,59	1,94	0,94	0,95	2,66
6 Total	9,88	10,11	10,17	6,95	9,68
Número de alunos	17	35	18	20	44
Coefficiente de fidedignidade a de cada teste	0,75	0,76	0,66	0,54	0,66

- A última questão também foi pobremente respondida em todos experimentos, exceto o último.

- Como se vê nos escores totais médios, os experimentos (2) e (3) estiveram um pouco acima dos 50% (cinquenta por cento) do escore máximo, os experimentos (1) e (5) estiveram um pouco abaixo dos 50% (cinquenta por cento) e o experimento (4) sobre Colisões Bidimensionais teve o escore médio mais baixo, cerca de 35% (trinta e cinco por cento) do valor máximo (20).

Outra observação que se pode fazer na tabela 1 é quanto aos coeficientes de fidedignidade α^3 de cada teste que poderiam ter sido me-

lhores, principalmente o do quarto experimento que ficou bastante abaixo dos demais.

Respeitadas as limitações dos testes, uma conclusão que se pode tirar, tentativamente, é que os alunos ou não sabiam bem ao certo o que estavam fazendo durante as experiências de laboratório ou não se empenharam para responder as questões porque tinham conhecimento que os testes não teriam influência alguma no seu desempenho durante o curso. Em razão disso, pensou-se que talvez se os alunos fossem entrevistados (i.e., respondessem o teste oralmente) poder-se-ia obter respostas mais completas e dadas com maior motivação. Isso foi feito na segunda etapa.

Segunda Etapa

Esta etapa foi realizada no primeiro semestre de 1980, com estudantes de Engenharia da disciplina de Física II Departamento de Física da UFRGS que cursaram essa disciplina sob o Sistema de Instrução Personalizada ou "Método Keller"⁴, o qual permitiu que a avaliação fosse feita através de entrevistas, logo após o aluno haver terminado o experimento. Com essa técnica procurou-se evitar o que ocorreu nos testes escritos usados na primeira etapa. Os experimentos, em número de quatro, foram os mesmos envolvidos no estudo de Moreira¹, quais sejam, os três primeiros realizados na primeira etapa e um quarto experimento sobre Indução Eletromagnética.

Nas entrevistas, que eram gravadas, os alunos foram solicitados a responder as mesmas cinco questões do teste utilizado na primeira etapa (ver apêndice I). Foram entrevistados vinte alunos por experimento, totalizando 80 entrevistas. Na avaliação das respostas, foram usados os mesmos critérios adotados na etapa anterior. Isso significa que a diferença no "teste" de cada etapa esteve no fato de que na primeira, as respostas eram escritas e na segunda, orais. Esperava-se que através de respostas orais os alunos tivessem maior facilidade de expressão, permitindo, assim, ao entrevistador (pesquisador) uma melhor avaliação do aluno.

Entretanto, os resultados obtidos⁵ foram bastante semelhantes aos obtidos na etapa anterior, conforme se pode constatar na tabela 2.

Por exemplo, os escores médios ficaram novamente em torno de cinquenta por cento do valor máximo.

Tabela 2 - Resultados da segunda etapa

Experimentos	(1)	(2)	(3)	(4)
Questões	Campo Elétrico	Resistores	Circuito RC	Indução Eletromagnética
1 Fenômeno(s)	2,20	1,35	2,50	1,95
2 Questão(ões)	1,80	2,00	1,65	1,50
3 Conceitos	2,20	3,00	1,85	1,80
4 Método	2,10	2,10	1,50	1,55
5 Resultados	3,00	2,70	2,10	1,55
6 Total	11,30	11,15	9,60	8,35
Número de alunos	20	20	20	20
Coefficiente de fidedignidade α de cada teste	0,63	0,74	0,58	0,54

Os coeficientes de fidedignidade dos testes (entrevistas) usados nesta etapa, foram, a exemplo da primeira, relativamente baixos como mostra a tabela 2. Entretanto, cabe destacar que o cálculo do coeficiente de fidedignidade está baseado na consistência interna, ou na correlação, entre os itens que compõem o teste e, no caso em pauta, cada item procurava avaliar um aspecto diferente do aprendizado ocorrido no laboratório. Assim, talvez não se devesse esperar coeficientes altos, o que significa que os testes usados provavelmente são válidos apesar dos coeficientes relativamente baixos.

Algumas considerações referentes a observações feitas durante as entrevistas com os alunos são apresentadas a seguir:

- Para a grande maioria dos alunos não existe diferença entre as perguntas " Qual(is) o(s) fenômeno(s) de interesse envolvido(s) no experimento?" e "Qual(is) a(s) questão(ões) básica(s) que estava(m) sendo investigada(s)?" (Aliás, com certa razão porque a questão básica se refere ao fenômeno de interesse).

- "Quais os conceitos físicos mais relevantes ao experimento?" A essa pergunta vários alunos responderam, além dos conceitos, equações matemáticas, leis físicas (e.g., lei de Ohm, lei da Faraday, lei de *h*-père).

- Já a questão do método foi a que nos pareceu mais insatisfatória. Muitos responderam apenas "método analítico", "método científico", "método experimental", etc., não entendendo o método como uma seqüência de passos desde a questão básica até o resultado do experimento.

- Apesar de os alunos não saberem diferenciar os fenômenos das questões básicas e de terem dificuldade em descrever o método, muitos deles chegaram a resultados e conclusões razoáveis o que nos leva a pensar que foram auxiliados por colegas da equipe de trabalho, pelo monitor ou pelo professor ou que, talvez, não tenham sido capazes de se expressar ao responder as questões propostas.

Além disso, cabe reiterar que a mudança do teste escrito para o oral não alterou as médias que em ambos os casos ficaram em torno ou abaixo de 50% dos escores máximos. Em outras palavras, a forma do teste (oral ou escrito), com a ressalva de os grupos não serem os mesmos, parece não ser a causa desses dados. Portanto, parece não ser válida a hipótese levantada anteriormente (p.32), e que acarretou a mudança para o teste oral, de que os alunos haviam obtido escores baixos porque responderam os testes (na primeira etapa) com certa displicência.

CONCLUSÃO

Concluindo, pode-se dizer que o estudo feito confirma, de um modo geral, os resultados de **Moreira** no sentido de que os **alunos, ao fazerem um experimento de laboratório, muitas vezes "não sabem o que estão fazendo"**. Isto porque **frequentemente** não foram capazes de identificar o fenômeno físico, a questão básica e os conceitos-chave envolvidos no experimento. Além disso, **não têm uma idéia clara do que seja o "método"** e não vêem a experimentação como **uma maneira de produzir conhecimento**.

De certa forma, os resultados obtidos sugerem que os alunos não "captaram" aquilo que se poderia chamar de "**estrutura**" dos experimentos (i.e., fenômeno, questão, conceitos, método, resultado).

É claro que o estudo feito é muito simplificador da realidade do ensino de laboratório e contém falhas **metodológicas**. Além disso, o próprio teste utilizado pode ser questionado. Tudo isso pode limitar muito a validade dos resultados e fazer com que a conclusão tenha caráter apenas especulativo.

Entretanto, o que se pretendeu foi, antes de mais nada, chamar atenção para a necessidade de se reexaminar a questão da **avaliação** do ensino de laboratório e nesse sentido ofereceu-se **uma alternativa**. Talvez o ensino de laboratório se ressinta da falta de pesquisa sobre que os alunos realmente aprendem através dos experimentos que fazem ou sobre como facilitar a aprendizagem de determinados aspectos como, por exemplo, o da "**estrutura de um experimento**". O presente trabalho procurou causar inquietação neste sentido.

REFERÊNCIAS

1. **Moreira, MA.** A non-traditional approach to the evaluation of laboratory instruction in general physics courses. *European Journal of Sciences Education*, 2(4):441-8, (1980).
2. **Gowin, D.B.** The structure of knowledge. *Educational Theory*, 20: 319-28, (1970).

3. Guilford, J.P. *Psychometric methods*. 2ª ed. Tata McGraw-Hill, New Delhi, 1975, 597 p.
4. Keller, F.S. "Adeus Mestre!" *Ciência e Cultura*, 24(3):207-17,(1972).
5. Passos, A.M.F. *Um estudo sobre o ensino de laboratório em nível universitário básico*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Física UFRGS, Porto Alegre, 1981. 160 p.

APENDICE I

Teste de Avaliação da Aprendizagem

Nome: Matrícula:

Disciplina:Turma:..... Data:.....

Instruções

Este pequeno teste tem por finalidade averiguar até que ponto você relaciona uma experiência de laboratório com as teorias, fenômenos e conceitos físicos envolvidos direta ou indiretamente nessa experiência.

Leia com atenção o texto abaixo e depois responda as questões que se seguem. O resultado deste teste não terá influência na avaliação do seu desempenho no curso. Trata-se de uma pesquisa. Entretanto, para que esta pesquisa tenha valor é preciso que você responda o teste com seriedade. Isto é, que você realmente tente responder todas as questões. O teste é curto, não lhe tomará muito tempo e a sua colaboração será valiosa.

Texto

Na prática, quando um pesquisador faz uma experiência ele está, no fundo, procurando responder experimentalmente uma ou mais questões ou perguntas sobre algum fenômeno físico no qual ele está interessado. Por exemplo, suponhamos que um cientista tivesse planejado uma experiên-

cia para investigar as forças nucleares. O fenômeno de interesse que estaria por trás da experiência seria a própria existência de forças entre os prótons e nêutrons contidos no núcleo atômico. O cientista poderia então estar interessado em responder perguntas acerca da natureza dessas forças. Por exemplo, ele poderia estar interessado em saber se são forças que variam com o inverso do quadrado da distância, tal como as forças gravitacional e elétrica. Poderia também querer saber se a força entre um próton e um nêutron é igual à força entre dois prótons e assim por diante. O ponto importante é que o cientista estaria procurando respostas para certas perguntas acerca do fenômeno de interesse.

Um outro ponto importante é que na descrição do fenômeno de interesse e na formulação de perguntas acerca desse fenômeno, o cientista usa conceitos físicos. No exemplo anterior, alguns dos conceitos físicos básicos envolvidos na experiência seriam núcleo, força nuclear, próton e nêutron. Como você sabe, existem muitos conceitos físicos, mas dependendo do fenômeno de interesse uns podem se tornar mais relevantes do que outros. Por exemplo, numa experiência de cinemática conceitos tais como deslocamento, velocidade e aceleração teriam um papel relevante na descrição do fenômeno de interesse e na formulação de perguntas, enquanto que outros, tais como temperatura e momento, poderiam não ter importância nenhuma nesse caso.

Os resultados aos quais o pesquisador chega em suas experiências são respostas às questões que ele se propôs a investigar. É claro, no entanto, que esses resultados precisam ser interpretados, comparados com previsões teóricas, comparados com resultados de experiências similares, etc., antes de se chegar a respostas mais conclusivas para as questões investigadas.

Os passos intermediários seguidos pelo pesquisador entre as questões básicas a serem investigadas e as respostas que ele encontra para essas questões se constituem no método usado. Muitas vezes se fala simplisticamente em método experimental como se este fosse uma receita a ser seguida em qualquer experiência. Aqui, no entanto, nos referimos a método como sendo a sequência de procedimentos seguidos pelo pesquisador numa experiência, incluindo, por exemplo, a confecção e montagem do equipamento, as medidas feitas, os cuidados tomados, etc.

No teste que se segue, gostaríamos que você tentasse identificar o fenômeno de interesse, a questão básica e os conceitos físicos relevantes à experiência que você fez. Além disso gostaríamos que você descrevesse sucintamente o método usado e os resultados obtidos. O texto que você acaba de ler foi escrito para lhe dar uma idéia do tipo de resposta que esperamos neste teste.

1. Qual(is) o(s) fenômeno(s) de interesse envolvido(s) na experiência?
2. Qual(is) a(s) questão(ões) básica(s) que estava(m) sendo investigada(s)?
3. Quais os conceitos físicos mais relevantes à experiência?
4. Descreva sucintamente o método que você usou.
5. Qual(is) o(s) resultado(s) que você obteve?