

LABORATÓRIO DE FÍSICA: INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM +

Bernardo Buchweitz*
Hernán Jamett**
Marco Antonio Moreira*

1. INTRODUÇÃO

No processo educacional atual, a aprendizagem dos estudantes é normalmente avaliada por instrumentos de medida que contêm testes escritos discursivos ou objetivos, para preencher as exigências de atribuir notas ou conceitos. Em relação às disciplinas de laboratório de Física, especialmente as de cursos superiores, essa avaliação é feita, na maioria dos casos, a partir de relatórios escritos preparados pelos alunos sobre os experimentos realizados.

Esses relatórios servem para avaliar a aprendizagem do método experimental e, debilmente, do conteúdo envolvido e da estrutura do experimento. Esse aspecto, acrescido do fato de que outras aprendizagens, como o desenvolvimento de habilidades e atitudes, podem ocorrer com a realização das atividades de laboratório, revelam que a avaliação da aprendizagem em laboratório, usando apenas o relatório, é incompleta.

Portanto, para uma investigação mais detalhada do que os estudantes aprendem com a realização de um curso de laboratório de Física, tanto para atribuir conceitos como para obter dados de uma pesquisa, é pre-

+ Trabalho parcialmente financiado pelo CNPq, UFRGS (Brasil) e Universidad de Oriente (Venezuela).

* Professor do Instituto de Física da UFRGS.

** Professor do Departamento de Ciências, Universidad de Oriente (Venezuela)

ciso elaborar e aplicar outros instrumentos de avaliação, além de solicitar relatórios. Neste trabalho, vamos propor vários instrumentos de medida que podem servir para avaliar os diversos tipos de aprendizagem.

2. TIPOS DE APRENDIZAGEM

A elaboração dos instrumentos de medida ou de avaliação das aprendizagens, que podem ocorrer com a realização das atividades de laboratório, foi feita a partir dos resultados obtidos numa análise do currículo de um curso de laboratório. Nesta análise foi usado o método descrito no trabalho de Buchweitz (1986), baseado essencialmente nas idéias de Gowin (1981). Essa análise, apresentada em detalhes na dissertação de Jamett (1985), permitiu identificar os tipos de aprendizagem e seus indicadores. Na elaboração desses instrumentos também levaram-se em consideração alguns aspectos técnicos recomendados na literatura especializada (Seltiz, 1976), bem como foram consultados professores da área de ensino de Física para sugerir modificações que pudessem aprimorar os instrumentos.

O Quadro I mostra os tipos de aprendizagens, seus indicadores e alguns instrumentos de medida de aprendizagem que podem ser elaborados para cada um desses tipos.

3. INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO

Vamos apresentar alguns exemplos de instrumentos de medida ou avaliação que podem ser usados para avaliar a aprendizagem decorrente da realização de atividades de laboratório de Física. A maioria desses exemplos foram retirados e adaptados dos trabalhos de Jamett (1985) e Buchweitz (1981).

3.1. Teste Escrito

Os testes escritos normalmente não são usados para avaliar a aprendizagem dos alunos em laboratório. Mesmo assim, eles servem para tal finalidade, especialmente para a avaliação da aprendizagem de conteúdos. Para verificar se a aprendizagem realmente ocorreu no laboratório é conveniente aplicar o teste antes e depois das atividades experimentais. Para exemplificar, apresentamos duas questões, a primeira de múltipla escolha, e a segunda de resposta livre:

QUADRO 1
TIPOS DE APRENDIZAGEM, SEUS INDICADORES
E INSTRUMENTOS DE MEDIDA

Tipos de aprendizagem	Indicadores de aprendizagem	Instrumento de medida
Conteúdo	Conceitos, relações entre conceitos, leis e teoria	<ul style="list-style-type: none"> - Teste escrito - Teste oral (entrevista) - Questionário
Método	Descrição dos eventos, questões básicas, montagem e procedimento para obtenção das medidas; obtenção, exposição, análise e interpretação dos dados; obtenção e comunicação dos resultados e conclusões.	<ul style="list-style-type: none"> - Relatório - Questionário - Teste escrito - Teste oral (entrevista)
Estrutura da pesquisa científica	Identificação dos eventos, questões básicas, medidas, dados, conclusões, conceitos, princípios, relações, leis, teoria e filosofia	<ul style="list-style-type: none"> - Teste escrito sobre a estrutura de um experimento - Teste oral (entrevista) - Questionário
Atitude	Frente ao trabalho de laboratório	<ul style="list-style-type: none"> - Observação - Questionário
	Científica	<ul style="list-style-type: none"> - Observação
Habilidade	Prática	<ul style="list-style-type: none"> - Observação - Questionário
	Intelectual	<ul style="list-style-type: none"> - Observação

1. No efeito fotoelétrico, o que ocorre quando é aumentada a intensidade da luz incidente na fotocélula?
 - (A) A energia cinética de cada elétron emitido aumenta.
 - (B) A energia de cada fóton aumenta.
 - (C) O comprimento de onda da luz aumenta.
 - (D) O número de elétrons emitidos por unidade de tempo aumenta.
2. Considere que ocorre o efeito fotoelétrico quando luz monocromática incide sobre a superfície de um metal (fotocélula). Aplicando o conceito de fóton a esse efeito, pode-se dizer que o fóton carrega energia para a superfície metálica. Em que outras formas de energia essa energia do fóton é transformada?

3.2. Teste Oral (Entrevista)

O teste oral está bastante abandonado nas avaliações em geral. Uma das razões de estar sendo pouco usado é a necessidade de dispor-se de bastante tempo para a sua aplicação em turmas de alunos, considerando que ele deve ser individualizado. A grande vantagem desse tipo de testagem está na possibilidade de detectar os problemas e as dificuldades individuais com maior facilidade, em qualquer parte das atividades de laboratório.

O teste oral serve para avaliar diversos tipos de aprendizagem, conforme indicado no Quadro 1. Assim, para avaliar aprendizagem de conteúdo poderiam ser feitas as perguntas apresentadas anteriormente, nos exemplos de testes escritos. Outras vezes, estes testes orais podem assumir uma forma mais aberta (menos objetiva), caracterizando-se mais como entrevistas. Por exemplo:

1. Comente as diversas partes do experimento realizado.
2. Fale sobre a estrutura conceitual do experimento.
3. Explique o método usado para analisar os dados e estabelecer as conclusões.

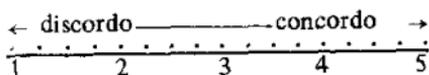
3.3. Questionário

O questionário é um instrumento que pode ser usado para avaliar vários tipos de aprendizagem, conforme indicado no Quadro 1. Existem diversos tipos de questionário que podem ser elaborados e aplicados para obter informações sobre um certo assunto de forma rápida e de um grande número de pessoas simultaneamente. Escolhemos o tipo que apresenta uma afirmação sobre a qual o estudante é convidado a opinar. A seguir, apresentamos, como exemplo, um questionário sobre um experimento de laboratório de Física e logo após um sobre um curso completo.

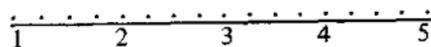
Questionário sobre o experimento de Difração e Interferência da Luz

Instruções: As afirmações abaixo expressam opiniões sobre o experimento realizado. Leia atentamente cada afirmação e então indique se concorda ou não com ela e o grau de sua concordância ou discordância.

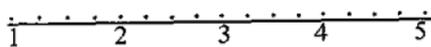
1. O experimento ajudou-me a clarear o significado dos conceitos de interferência e difração.



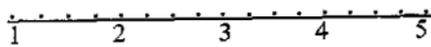
2. Aprendi que, aumentando apenas o número de fendas de um dispositivo de difração, aumenta o número de máximos secundários e os máximos principais de intensidade se estreitam.



3. Aprendi a analisar dados experimentais.



4. Gostei de realizar este experimento.

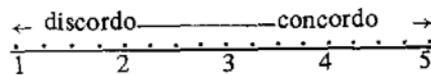


(Seguem outros itens)

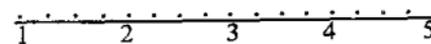
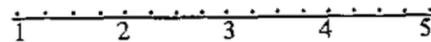
Questionário sobre o curso de Laboratório de Física

Instruções: As afirmações abaixo expressam opiniões sobre os trabalhos de laboratório realizados na disciplina Física Experimental IV. Leia atentamente cada afirmação e então indique se concorda ou não com ela e o grau de sua concordância ou discordância (1 significa discordo fortemente, 3 indeciso, 5 concordo fortemente e os demais valores são intermediários, conforme a escala).

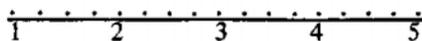
1. Os experimentos ajudaram-me a esclarecer os conteúdos teóricos.



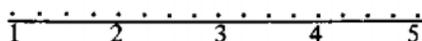
2. As atividades de laboratório não me ajudaram a atender relações e leis.



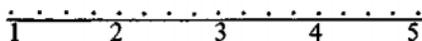
3. Sinto que aprendi alguns métodos muito úteis no laboratório.



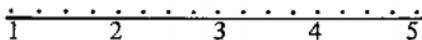
4. Aprendi a usar a estatística para analisar as medidas físicas.



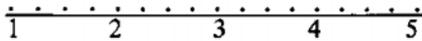
5. Aprendi a identificar as partes da estrutura do experimento.



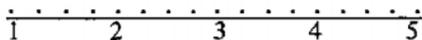
6. Percebi que há uma interação entre o método e a teoria envolvida em um experimento.



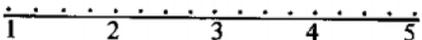
7. As aulas de laboratório deixaram-me irritado.



8. Nas aulas de laboratório, participei intensamente das atividades.



9. Desenvolvi as minhas habilidades em usar equipamentos de óptica. (seguem outros itens sobre os assuntos).



(Seguem outros itens sobre o assunto)

No primeiro questionário apresentado, as questões 1 e 2 são sobre aprendizagem de conteúdo, a 3 sobre método, e a 4 sobre atitude frente ao trabalho de laboratório. No segundo questionário, a questão 1 e a 2 são sobre aprendizagem de conteúdo, a 3 e a 4 sobre método, a 5 e a 6 sobre estrutura da pesquisa científica, a 7 e a 8 sobre atitude frente ao trabalho de laboratório e a 9 sobre habilidade prática.

3.4. Relatório

O relatório é o instrumento mais usado nas avaliações em cursos de laboratório. Primordialmente, serve para avaliar se o estudante aprendeu a descrever o evento, o método usado para analisar as medidas e os resultados e conclusões obtidas. Os relatórios podem ser escritos em aula ou fora dela, dependendo do tempo disponível, sendo posteriormente corrigido e avaliado pelo professor. Para dar uma idéia do conteúdo de um relatório, transcrevemos o texto "O que se espera de um relatório", usado na disciplina Física Experimental IV da UFRGS:

"Em princípio, um relatório deve ser redigido de tal forma que

alguém que não presenciou o experimento fique informado, ao lê-lo, do que foi feito, do que se obteve, das conclusões e das limitações do experimento. Pode-se supor que o leitor tem conhecimento do guia do experimento.

Genericamente, um relatório conterá:

- a) **INTRODUÇÃO**, onde se diz a que se propõe o experimento. Por que realizá-lo? Qual o fenômeno em estudo? Que conhecimentos ou informações a respeito do fenômeno ou do sistema em estudo pretende-se obter? Que questões, basicamente, está-se tentando responder?
- b) **EXPOSIÇÃO TEÓRICA**, onde se expõem os conhecimentos teóricos necessários à compreensão, tratamento e/ou análise do experimento e dados e resultados obtidos. Quais as definições utilizadas? Quais os conceitos envolvidos? Quais as leis, as relações entre grandezas ou princípios? (este item pode ser reduzido e mesmo suprimido quando o assunto for demais elementar ou tratado com detalhe nos roteiros).
- c) **DESCRIÇÃO DA APARELHAGEM** a ser utilizada.
- d) **DESCRIÇÃO DA MONTAGEM**, do **MÉTODO** e do **PROCEDIMENTO** a ser seguido na obtenção das medidas.
- e) um **RELATO** de coisas relevantes que ocorreram no decorrer do experimento, de detalhes do procedimento prático, de providências importantes que o grupo tomou, de eventuais observações à margem do procedimento.
- f) **EXPOSIÇÃO DOS DADOS** obtidos a partir das medidas, sob forma de médias, desvio padrão, tabelas, gráficos etc, convenientemente organizados de modo a facilitar sua análise.
- g) **ANÁLISE DOS DADOS**, com discussão sobre a precisão, a validade, as possíveis causas de erro, algarismos significativos, uso da estatística etc.
- h) **CONCLUSÕES**, obtidas a partir da análise dos dados.

Obviamente, tais itens não necessitam aparecer assim discriminados, nem nesta ordem, e nem todos constarão obrigatoriamente de todos os relatórios. O aluno julgará, em cada caso, da conveniência de incluí-los ou não, de reordená-los, de reagrupá-los.

Um bom relatório será **CONCISO**. Não gaste espaço com coisas irrelevantes. Não copie o livro de texto nem o roteiro.

Evite considerações que nada têm a ver com o experimento realizado. Não se sinta na obrigação de tecer comentários brilhantes ou atingir conclusões estrondosas!"

3.5. Teste escrito sobre a estrutura de um experimento

Este tipo de teste serve basicamente para avaliar a aprendizagem da

QUADRO 2

FICHA DE OBSERVAÇÃO

Objetivo: Avaliar _____

Situação: Aula de laboratório de Física

Local: _____ Data: _____

Duração: _____ Observador: _____

Itens	Elementos/grupos							
	A	B	C	D	E	F	G	H
1. Inicia o trabalho pontualmente								
2. Trabalha com ânimo								
3. Trabalha sem pressa								
4. Trabalha com agrado								
5. Mostra espírito crítico								
6. Mostra curiosidade								
7. Tem iniciativa								
8. Usa adequadamente os aparelhos								
9. Produz bem os eventos								
10. Realiza bem as medidas								
11. Realiza bem as montagens								
12. Realiza bem as atividades								
13. Percebe os eventos básicos e secundários								
14. Registra adequadamente observações e medidas								
15. Mostra pensamento criativo								

CRITÉRIOS: 2. Quando apresenta o comportamento esperado
 1. Quando apresenta parcialmente o comportamento esperado
 0. Quando não apresenta o comportamento esperado
 -. Quando não foi possível observar o comportamento.

estrutura da pesquisa científica por meio da identificação das partes da estrutura de um experimento de laboratório de Física. Embora os experimentos apresentem diferenças entre si, as suas estruturas metodológica e conceitual normalmente apresentam as mesmas partes. Como exemplo, vamos apresentar o seguinte teste:

Procure responder as seguintes questões sobre a estrutura metodológica e conceitual do experimento realizado.

1. Qual o fenômeno ou evento básico que você observou no experimento?
2. Qual a questão básica que foi investigada?
3. Quais as medidas feitas?
4. As medidas realizadas foram transformadas? Quais os dados obtidos?
5. Quais as conclusões obtidas a partir dos dados?
6. Quais os conceitos envolvidos?
7. Houve princípios, relações ou leis envolvidas? Quais?

Essa maneira de avaliação da aprendizagem da estrutura da investigação experimental pode ser realizada por meio de um "relatório tipo V", conforme foi proposto por Jamett (1985), onde as respostas às questões formuladas acima são ordenadas em forma de V, o vê epistemológico proposto por Gowin (1981).

3.6. Observação

Métodos de observação também podem ser usados em laboratório, especialmente para obter registros sobre as atitudes e habilidades desenvolvidas pelo estudante. Os procedimentos e as técnicas de observação podem ser mais ou menos estruturadas, dependendo do interesse que se tem ou dos dados que se pretende obter sobre um certo comportamento ou situação. Como exemplo de instrumento de observação sistemática de habilidades e atitudes do estudante em laboratório, vamos apresentar uma ficha de observação, onde os comportamentos a serem observados foram previamente selecionados, conforme mostra o Quadro 2.

Os itens 1 a 4 referem-se à atitude frente ao trabalho de laboratório, os itens 5 a 7 à atitude científica, os itens 8 a 12 à habilidade prática e os itens 13 a 15 à habilidade intelectual.

4. CONCLUSÃO

É comum ouvir-se, entre professores e pesquisadores, que a avalia-

ção da aprendizagem que ocorre com a realização de experimentos de laboratório é difícil de ser feita. Além disso, somos de opinião que, normalmente, é incompleta. Numa tentativa de contribuir com aqueles que se interessam pelo assunto, apresentamos algumas formas alternativas de realizar essa avaliação. Ainda há muito a acrescentar e desenvolver nessa área e outros instrumentos de avaliação dessas aprendizagens certamente deverão ser sugeridos e testados.

REFERÊNCIAS

- BUCHWEITZ, B. (1981) *An Epistemological analysis of curriculum and an assessment of concept learning in Physics laboratory*. Tese de doutorado. Cornell University.
- _____ (1986) Uma análise epistemológica do currículo. *Educação e Seleção* n.º 13.
- GOWIN, D.B. (1981) *Educating*. Ithaca, N.Y. Cornell University Press.
- JAMETT, H. (1985) *Laboratório de Física: uma análise do currículo e da aprendizagem*. Dissertação de Mestrado. Instituto de Física da UFRGS. Porto Alegre.
- SELLTIZ, C. et. al. (1976) *Research methods in social relations*, 3.ed. New York. Holt, Rinehart and Winston.