

Objetivos das aulas experimentais no ensino superior na visão de professores e estudantes da engenharia

Professors and engineering students' perceptions of the aims of laboratory classes

Júlia Esteves Parreira¹, Adriana Gomes Dickman^{*1,2}

¹Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Instituto de Ciências Exatas e Informática, Departamento de Física e Química, Belo Horizonte, MG, Brasil.

²Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Programa de Pós-graduação em Ensino, Belo Horizonte, MG, Brasil.

Recebido em 11 de março de 2020. Revisado em 03 de junho de 2020. Aceito em 10 de junho de 2020.

Neste trabalho investiga-se a opinião de professores e estudantes em relação às aulas experimentais realizadas nos laboratórios de física de cursos de Engenharia. Identifica-se a consistência dos objetivos das aulas experimentais, bem como o papel de aspectos relacionados à rotina do laboratório, tais como roteiros de práticas e relatórios. Os dados, coletados por meio de questionários, mostram que há uma divergência de opinião entre professores e estudantes, indicando uma falta de sintonia em relação ao tipo de abordagem do laboratório didático de física. Por outro lado, em alguns aspectos, observa-se uma convergência de opiniões principalmente no que se refere à maior participação dos alunos nas atividades e à oportunidade de visualização da teoria na prática.

Palavras-chave: Ensino de física, Aulas experimentais, Ensino superior.

In this work, we investigate the opinion of teachers and students regarding laboratory classes in undergraduate engineering courses. We identify the consistency concerning the objectives of a laboratory class, as well as the role of lab manuals and reports. The data, collected through the application of questionnaires, show a divergence of opinion between teachers and students, indicating a lack of syntony about the objectives of a teaching laboratory. On the other hand, we find a convergence of opinion as regards increasing students' participation in lab activities and the opportunity to experience physical phenomena first hand.

Keywords: Physics education, Experimental classes, College education.

1. Introdução

Aulas experimentais são importantes no ensino de ciências, em geral, e no ensino de física, em particular, isso é um fato do qual nenhum professor ou pesquisador da área de ensino discorda [1]. A necessidade dessas aulas, de acordo com Barberá e Valdés (1996, p.365) [2], “foi percebida há aproximadamente 300 anos por John Locke, sendo que no final do século XIX, aulas experimentais já faziam parte do currículo de ciências na Inglaterra e nos Estados Unidos”¹. Ainda segundo os autores: “o trabalho prático, e em particular, a atividade de laboratório constituem um diferencial próprio do ensino de ciências”² [1], [2].

Entretanto, vários trabalhos que investigaram o uso didático de práticas experimentais não apresentaram resultados conclusivos sobre quais seriam os objetivos do laboratório didático [2]. Especificamente, Clackson e Wright (1992), *apud* [2], relatam que “o trabalho experimental é utilizado para se obter quase qualquer objetivo educacional; entretanto, com frequência nós mesmos [pro-

fessores] somos incapazes de manifestar claramente o papel e os objetivos que esperamos dele” [1], ponto de vista também apresentado por Borges (2002) [1] e Menzie (1970)[3]. Nesse mesmo sentido, Galiazzi e colaboradores (2001) [4] salientam que os laboratórios “não são a resposta para todo e qualquer problema que se tenha no ensino de Ciências. Esse, no entanto, não parece ser o entendimento dos professores”, que costumam apresentar uma “crença irrefletida sobre a importância do ensino experimental”.

Nesse contexto de crença hegemônica na importância dos laboratórios didáticos, mas também de uma falta de fundamentação de seus propósitos por parte dos professores, muitos trabalhos investigam esse tema. Segundo Grandini e Grandini (2004) [5, p.252],

no Brasil, a partir da década de oitenta (século XX), nota-se um crescente interesse em se definir as concepções do laboratório. Esse interesse torna-se mais perceptivo a partir das diversas e diferentes maneiras de utilização do laboratório didático no ensino de Ciências. De 1972 a 1992, encontramos um

*Endereço de correspondência: adrianadickman@gmail.com

¹ Tradução das autoras.

² Tradução das autoras.

grande número de trabalhos publicados na forma de teses e artigos em torno do assunto.

A relevância da questão é demonstrada quando vemos a Associação Americana de Professores de Física (*American Association of Physics Teachers*, AAPT) publicar um artigo intitulado “Objetivos do Laboratório Introdutório de Física”¹ [6]. Segundo o texto, os objetivos do laboratório didático evoluíram ao longo do século XX, acompanhando uma mudança nos próprios objetivos do ensino de física, impulsionada, principalmente, pelas pesquisas sobre aprendizagem. O texto se propõe a elencar e discutir objetivos comuns das aulas de laboratório, que devem ser almejados por aqueles que planejam e ministram essas aulas.

O espectro de objetivos atribuídos aos laboratórios, na visão dos professores, é muito amplo. Como exemplo, temos a lista elaborada por Hodson (1998) *apud* [4], que elenca os objetivos de atividades experimentais apontados por professores em pesquisas recentes:

1. Estimular a observação acurada e o registro cuidadoso dos dados;
2. Promover métodos de pensamento científico simples e de senso comum;
3. Desenvolver habilidades manipulativas;
4. Treinar resolução de problemas;
5. Adaptar as exigências das escolas;
6. Esclarecer a teoria e promover a sua compreensão;
7. Verificar fatos e princípios estudados anteriormente;
8. Vivenciar o processo de encontrar fatos por meio da investigação chegando a seus princípios;
9. Motivar e manter o interesse na matéria;
10. Tornar os fenômenos mais reais por meio da experiência.

Vale observar que os objetivos 1, 2, 3, 6 e 7 estão em acordo com aqueles citados em Borges (2002) [1]. Nesse contexto, este trabalho investiga quais são os objetivos do laboratório na visão do professor e do estudante, analisando dados coletados por meio de questionários. Dessa maneira, foram aplicados questionários a professores e estudantes de nível superior, para que indicassem, de acordo com seus pontos de vista, quais são os propósitos do laboratório didático de física.

Nesta primeira seção, apresentamos resultados de pesquisas que apontam para uma grande dispersão e pouco consenso sobre a finalidade dos laboratórios didáticos de física. O restante desse artigo está organizado da seguinte forma: na seção 2, são apresentadas interpretações de pesquisadores a respeito da visão de professores e estudantes sobre os propósitos dos laboratórios; na seção 3, apresentamos a metodologia de coleta de dados e, na seção 4, estão os dados coletados e sua análise. Na seção 5, tecemos nossas considerações finais.

2. Objetivos do Laboratório no Ensino de Física

Como observado anteriormente, diversas pesquisas apontam que há um amplo leque de objetivos atribuídos aos laboratórios de física por professores e estudantes. Nesta seção, discutimos alguns posicionamentos e interpretações de pesquisadores, bem como resultados de pesquisas encontrados na literatura sobre o assunto.

Galiazzi e colaboradores (2001, p.254) [4] apresentam algumas críticas aos propósitos dos laboratórios comumente encontrados na visão dos professores:

Uma dessas críticas [...] é com relação à ênfase em formar cientistas. Um percentual pequeno dos estudantes segue carreiras científicas, portanto não se justifica fazer atividades experimentais para formar cientistas. [...] Concordamos com Barberá e Valdés (1996) [2] que as atividades experimentais deveriam desenvolver atitudes e destrezas cognitivas de alto nível intelectual e não destrezas manuais ou técnicas instrumentais.

Vale salientar que, nessa discussão, os autores estão se referindo a laboratórios na educação básica.

Grandini e Grandini (2004) [5, p.252] também se posicionam:

o laboratório deve incentivar o aluno a conhecer, entender e aprender a aplicar a teoria na prática, dominando ferramentas e técnicas que poderão ser utilizadas em pesquisa científica. Ele deve aprender a observar cientificamente, interpretar e analisar experimentos através da objetividade, precisão, confiança, perseverança, satisfação e responsabilidade.

Robinson (1979) [7] dividiu os objetivos dos laboratórios em duas linhas filosóficas: uma em que os estudantes verificam as leis da física e fatos estudados nos livros-texto, usualmente com instruções precisas sobre o que fazer, vertente denominada *filosofia acadêmica*; e outra que se trata de uma *abordagem experimental*, em que o estudante é encorajado a buscar bibliografia, questionar e pensar para solucionar um problema ou uma questão. Este último seria mais parecido com um laboratório de pesquisa. Horodyski-Matsushigue *et al* (1997, p.287-88) [8] fazem uma releitura dessas duas filosofias, apontando a filosofia acadêmica como aquela que “coloca como papel fundamental do laboratório ilustrar a teoria através da prática”, enquanto a abordagem experimental enfoca “a própria experimentação, incluída a teoria estatística que norteia a obtenção e análise de dados”. Essa divisão é tomada como referência por diversos trabalhos subsequentes [5].

Robinson (1979) [7] elenca três objetivos que, em sua opinião, qualquer processo educacional sério deve almejar

para os estudantes: adquirir conhecimento e experiência, aprender a aprender por si próprio, e pensar por si próprio. Segundo o autor, as aulas de laboratório classificadas como laboratórios acadêmicos não alcançam nenhum desses três critérios, defendendo a utilização da abordagem experimental nos laboratórios didáticos.

Holmes e Wieman (2018) [9] tomaram a dicotomia das duas filosofias como base de suas investigações. Os autores desenvolveram uma pesquisa, com requintada análise de dados, que os levou a concluir que, diante do amplo leque de objetivos esperados dessas atividades práticas, os “laboratórios são mais efetivos quando seu objetivo é ensinar práticas experimentais ao invés de reforçar a instrução de sala de aula”³

Alinhado aos resultados encontrados por Holmes e Wieman (2018) [9] esteve o corpo docente do Curso de Bacharelado em Física do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IFUSP) quando implementou uma reestruturação didática enfatizando a linha filosófica da experimentação [8]. Após essa reestruturação dos laboratórios, Horodynski-Matsushigue e colaboradores [8] fizeram uma pesquisa confrontando os pontos de vista dos estudantes e dos professores quanto aos propósitos dos laboratórios. Nesse trabalho, eles apresentaram uma lista de objetivos aos participantes e lhes pediram que pontuassem cada item de 0 a 5, fazendo uma distinção entre o laboratório ideal e o real. Os autores encontraram uma convergência nos objetivos do ponto de vista dos estudantes e dos professores, e também entre os objetivos ideais e reais.

Esse trabalho, apresentando uma convergência de concepções sobre o propósito do laboratório entre professores e estudantes, é uma exceção na literatura, já que a maior parte dos trabalhos sobre esse tema aponta grandes divergências [2]. Em particular, os professores participantes da pesquisa de Horodynski-Matsushigue *et al* [8] parecem bastante alinhados quanto ao papel do laboratório didático. O fato de os professores já terem refletido sobre essa questão e de terem entrado em um consenso, criando um alinhamento institucional sobre o propósito dos laboratórios didáticos, é, sem dúvida, determinante para que haja uma convergência entre o ponto de vista dos estudantes e dos professores. Pode-se inferir que, uma vez que os professores têm clareza sobre os objetivos que atribuem ao laboratório, repassam seus propósitos aos estudantes, tornando a prática mais significativa.

Wilcox e Levandowski (2017) [10] também investigaram se os propósitos atribuídos aos laboratórios influenciam sua eficácia. A eficácia das aulas experimentais foi avaliada por meio da aplicação do teste E-CLASS⁴ aos estudantes, que quantifica o desenvolvimento de crenças

e atitudes sobre a natureza e a importância da física experimental. Assim como os trabalhos citados anteriormente, os autores também concluíram que cursos que focam seu propósito no desenvolvimento de habilidades experimentais são os que apresentam maior eficácia.

3. Metodologia

Neste trabalho alunos e professores responderam a questionários elaborados para identificar suas opiniões sobre aulas experimentais em cursos universitários. Os questionários foram enviados, eletronicamente, através de um *link* do *Google Forms*, para todos os professores de Física e alguns estudantes de Engenharia da universidade na qual as autoras lecionam, bem como para alguns professores conhecidos de outras universidades.

3.1. Elaboração dos instrumentos de coleta de dados

O questionário direcionado aos professores (Apêndice A), composto por doze questões, busca sondar a opinião dos professores sobre: os objetivos dos laboratórios de física (Q.1); alternativas para as aulas de laboratório (Q.2); como esses objetivos são alcançados e avaliados (Q.3 e Q.4); aspectos positivos e negativos do laboratório (Q.5 e Q.6); o papel do relatório na formação do engenheiro (Q.7); o formato do relatório e pré-relatório (Q.8 e Q.9); falta de sincronia entre aulas teóricas e experimentais (Q.10); alternativa para apresentação do relatório (Q.11); comentários ou sugestões (Q.12).

O questionário direcionado aos alunos (Apêndice B) é composto por dez questões. O objetivo da primeira questão é saber em qual laboratório o aluno está matriculado. As questões seguintes buscam identificar a opinião do aluno sobre: os objetivos do laboratório (Q.2); aspectos que contribuíram para a sua formação (Q.3); elementos que poderiam ser mais explorados no laboratório (Q.4); orientação e *feedback* sobre os relatórios (Q.5); sugestões para as aulas experimentais (Q.7); alternativa para apresentação do relatório (Q.8); utilidade e sugestão de melhoria dos roteiros (Q.6 e Q.9); comentários ou sugestões (Q.10).

3.2. Perfil da população pesquisada

Quinze alunos participaram da investigação e, exceto por um aluno que cursava o laboratório de física experimental III, todos os outros estavam cursando o laboratório de física experimental I. Esses dados foram obtidos da primeira questão e indicam a pouca vivência dos alunos em relação à participação em laboratórios de física.

Os estudantes participantes cursaram as disciplinas de laboratório com três professores diferentes, utilizando os mesmos planos de ensino e roteiros de práticas. Todos eram estudantes de Engenharia em uma mesma universidade particular.

³ Tradução das autoras.

⁴ The Colorado Learning Attitudes about Science Survey for Experimental Physics (E-CLASS) avalia a epistemologia dos estudantes, como eles percebem a natureza dos experimentos de física no contexto de laboratórios. Mais detalhes ver [10] e [11].

Dos doze professores que participaram respondendo ao questionário, quatro lecionavam apenas em universidades federais; um lecionava em uma universidade federal e outra particular; um era professor em uma escola técnica federal e em uma universidade particular; e os outros seis lecionavam em universidade particular.

Embora alguns ministrassem aulas em outros cursos, além de Engenharia, como Licenciatura em Física e Ensino Médio ou Técnico, todos tinham em comum o fato de estarem lecionando aulas experimentais de física em cursos de Engenharia.

4. Resultados Obtidos

Nesta seção, são apresentadas as respostas dos alunos ao questionário, seguidas pelas respostas coletadas dos professores e uma discussão comparativa dos dados entre si e com a literatura.

Um dos alunos respondeu à segunda questão indicando que o objetivo do laboratório seria “*dar dinheiro*” para a instituição de ensino. Todas as outras respostas desse aluno foram no mesmo sentido, não respondiam exatamente as questões propostas. Essas respostas indicam uma insatisfação do estudante que deve ser observada e considerada. No entanto, avaliamos que essas declarações não nos ajudam a compreender qual é a visão dos estudantes do laboratório didático de física. Por isso, as respostas desse estudante foram desconsideradas na análise que se segue.

4.1. Dados coletados dos alunos

Na visão da maioria dos alunos, o principal objetivo do laboratório (segunda questão) é permitir a visualização da teoria na prática. Os alunos citaram também que o laboratório auxilia no aprendizado, no entendimento da teoria e na aplicação da teoria no cotidiano. Um aluno mencionou que o laboratório aumenta seu interesse; outro disse que as aulas práticas são uma extensão das aulas teóricas; e ainda foi citado que os relatórios induzem a compreensão da prática e seus objetivos. Um aluno não respondeu. A classificação das respostas à segunda questão, bem como a frequência de citação estão mostradas no Quadro 1. Cabe ressaltar que alguns alunos indicaram mais de um objetivo.

Para a terceira questão, sobre as atividades e ou recursos que mais contribuíram para a sua formação, a maioria dos alunos citou a aplicação da teoria na prática, alguns mencionaram especificamente a discussão dos resultados obtidos, a solução de situações práticas e o esclarecimento de dúvidas. Um aluno mencionou a aplicação da teoria em situações do cotidiano. Algumas respostas foram mais técnicas, apontando atividades rotineiramente desenvolvidas no laboratório, como: construção e análise de gráficos; instruções dos roteiros; aplicação de fórmulas; realização das práticas; e citação de práticas específicas. Uma resposta atípica foi dada por um aluno: “*Todos*

foram bons”, significando que tudo contribuiu para a formação desse aluno. Dois alunos não responderam à questão. As respostas à essa questão encontram-se no Quadro 2.

Na quarta questão, os alunos deveriam indicar atividades e ou recursos que poderiam ser mais explorados para melhorar o aprendizado. Dois alunos não responderam à questão e um disse que não saberia dizer. Quatro alunos responderam “*nada*”, justificando que as aulas são muito produtivas, gostam do formato atual, dos roteiros e das práticas, e assimilam bem as informações. Três alunos disseram que os recursos disponíveis são bem explorados pelo professor. Com a frequência de um aluno cada, as outras respostas indicam pontos que poderiam ser melhorados, como: relacionar as práticas com o cotidiano; aulas mais resumidas, com foco nos conceitos principais; comparação direta entre resultados teóricos e experimentais. As respostas à quarta questão estão mostradas no Quadro 3.

Na quinta questão, sobre a orientação do professor em relação à elaboração e retorno dos relatórios, além da sua utilidade e sugestões de melhoria, nove alunos responderam que o processo foi útil e construtivo, justificando da seguinte maneira: “*ajudou a estudar para a prova, e a interpretar o que foi visto*”; “*aprendeu com os erros*”;

Quadro 1: Respostas dos alunos à segunda questão sobre os objetivos do laboratório

Objetivos do laboratório	Frequência das respostas
Visualização da teoria na prática	10
Aprendizado/entendimento da teoria/conhecimento	3
Aplicação da teoria no cotidiano	2
Extensão das aulas teóricas	1
Aumento do interesse	1
Os relatórios induzem a compreensão da prática e seus objetivos	1

Fonte: Dados da pesquisa

Quadro 2: Respostas dos alunos à terceira questão, sobre a contribuição do laboratório para a sua formação

Contribuição do laboratório na formação do aluno	Frequência das respostas
Aplicação da teoria	7
Discussões críticas dos resultados obtidos nas práticas	1
Entendimento dos conceitos no passo-a-passo do laboratório	1
Esclarecimento de dúvidas, como aplicar as fórmulas na prática	1
Aplicação da teoria no dia a dia	1
Todos foram bons	1
Realização das práticas	1
Práticas: Lançamento de projétil e rotação	1
Contribuição para a solução de situações que exigem conhecimento da matéria	1
Construção e análise de gráficos	1

Fonte: Dados da pesquisa

Quadro 3: Respostas dos alunos à quarta questão, sobre aspectos que poderiam ser melhor explorados

Atividades e ou recursos que poderiam ser melhorados	Frequência das respostas
Nada	4
Recursos bem explorados pelo professor	3
Experiências relacionadas com o cotidiano	1
Aulas mais resumidas	1
Foco nos conceitos principais	1
Comparação direta entre resultados teóricos e experimentais	1

Fonte: Dados da pesquisa

“consolidou conhecimento”; e “favoreceu o aprendizado”. Três alunos sugeriram que a estrutura atual deveria ser mantida.

Ainda nessa questão, os alunos apresentaram sugestões que poderiam melhorar esse processo, indicando que seria melhor se houvesse “discussão depois da correção” dos relatórios; se fossem feitas “perguntas sobre a prática”; se houvesse uma “pequena apresentação do grupo” de seus resultados; se o relatório fosse feito em grupo, mas com pré-relatório individual; se houvesse realização de relatório apenas no início do semestre, com indicação posterior de outra atividade (não especificada); se o relatório fosse individual; se houvesse a “disponibilização de uma aula de orientação para elaboração de relatórios”. Dois alunos criticaram o processo, dizendo que “toma muito tempo” e que as “instruções deveriam ser mais claras”. Houve ainda alguns comentários positivos, como: a “correção foi prudente e sensata”; “sentiu sua evolução”; e “aprendeu gradualmente a montar um relatório”.

Na sexta questão, foi abordada a utilidade dos roteiros. Onze alunos responderam que sim, os roteiros são úteis, e dois disseram que não. Um aluno não respondeu. Dentre as justificativas indicando a utilidade do roteiro, estão: “são explicativos”; “apresentam uma melhor visão do conteúdo das práticas”; facilitam a execução das práticas (5 alunos); “ajudam na redação do relatório” (2 alunos); e “ajudam na fixação de conteúdos”. As respostas sem a indicação da frequência foram citadas apenas uma vez. Em relação aos aspectos negativos, foi dito apenas que há “explicações confusas”.

Na sétima questão (se as aulas práticas poderiam ser diferentes e como) doze alunos responderam que não, justificando que: “são boas” (4 alunos); “de grande qualidade”; “entendeu tudo”; “queria fazer mais experiências”; “não são monótonas”; “são divertidas”; “são informativas”; “são objetivas”; “melhor aula prática até o momento”; “são importantes”. Dentre as sugestões, os alunos mencionaram que as aulas seriam melhores se: houvesse “maior participação dos alunos”; “se fosse isolada da teoria”; se “fizessem menos relatórios”, pois “a toda semana vira obrigação e perde valor de agregação, mas são importantes”. Dois alunos deixaram a questão em branco.

Na oitava questão, sobre o formato de apresentação do relatório, onze alunos indicaram que não têm sugestões e que o relatório é adequado ao laboratório, no formato em que é cobrado. Quatro alunos indicaram adequações ao modelo dos relatórios.

Dentre as justificativas dos que defenderam o atual formato de relatórios, tem-se que: “o formato escrito é extremamente explicativo, ajuda na hora da prova”; o “relatório escrito exige tempo e foco dos alunos, e é a melhor maneira”; “os relatórios escritos são importantes”; “não gostou da ideia no início, mas percebeu sua importância para repensar a prática”; “ajuda a memorizar o conteúdo”; “o formato atual e a estrutura são bons”; “é cansativo, mas contribui”; “bom de conteúdo, ajuda a aprender física, e a gostar também”; “foram úteis para a formação”; “acha importante as perguntas da apostila, pois ajudam o aluno a entender o procedimento”.

As sugestões para adequações ao modelo foram: “retirar introdução (já tem no pré-relatório) e os objetivos (substituir na conclusão)”; “relatórios digitados (auxiliariam mais, familiarização com o formato digital)”; “relatórios em grupo quando são maiores e mais difíceis”; “relatórios apenas sobre a prática feita (com explicação do aluno)”; “relatório individual favorece o aprendizado do aluno”. Outras sugestões que foram feitas ao longo das respostas: poderia haver “questões para serem respondidas” após a prática; e que deveriam ser realizadas “pequenas apresentações pelos grupos sobre as práticas”.

Na nona questão, os alunos deveriam indicar sugestões para a melhoria dos roteiros. Quatro alunos não responderam à questão, dois alunos disseram que não saberiam responder e quatro alunos afirmaram que não tinham sugestões, justificando que “são bons” e “bem estruturados”. O restante sugeriu as seguintes alterações:

- Melhor frequência dos roteiros⁵
- Explicações mais claras para iniciantes na física;
- Roteiros mais sucintos;
- Disponibilização dos roteiros eletronicamente no SGA⁶
- Explicações melhores sobre as conclusões e cálculos que devem ser colocados no relatório;
- Divisão do roteiro com toda a matéria (introdução), deixando nos relatórios somente a parte prática.

Na décima questão, abriu-se um espaço para comentários e sugestões dos alunos. Quatro alunos não responderam a essa questão e dois disseram que não têm nenhum comentário ou sugestão. Houve sete comentários sobre as aulas práticas, dizendo que: “foram produtivas” (2 alunos); “contribuiu para a teoria” (2 alunos); e “gostaram delas” (3 alunos). No quesito “sugestões” foram mencionados os seguintes aspectos: a importância de se

⁵ Essa sugestão não ficou clara, uma vez que os roteiros são distribuídos semanalmente juntamente com as práticas.

⁶ Sistema de Gestão Acadêmica da instituição que permite comunicação entre docentes e alunos, dentre outras características.

fazerem os relatórios; utilizar os mesmos critérios para cobrança; retirar os pré-relatórios, pois eles são feitos sem leitura prévia do roteiro; unir as disciplinas teoria e prática; aulas semanais (esse grupo em especial tinha aulas quinzenais); disponibilizar uma aula para orientar os alunos na elaboração de relatórios. Finalmente, foram feitos alguns elogios, apontando: a disponibilidade do professor; a sua paciência; e que “*o professor exige o melhor de cada um*”.

4.2. Dados coletados dos professores

Nesta seção, discutem-se os resultados da análise dos dados coletados dos professores. Vale ressaltar que cada professor cita mais de um objetivo ou aspecto em cada questão.

Na visão dos professores, em resposta à primeira questão, os objetivos do laboratório de física são principalmente “*a visualização da física e vivência prática dos conceitos*” (8 professores) e o “*tratamento e análise de dados*” (6 professores). Os objetivos citados pelos professores, apresentados no Quadro 4, podem ser organizados em tópicos mais gerais como: aprender métodos experimentais; aprender a coletar e manipular dados; montar experimentos (para medidas específicas); descrever um experimento.

Na segunda questão, sobre sugestões para alteração nos laboratórios de física, todos os professores deixaram em branco⁷. Entretanto, fizeram sugestões ao responderem a terceira questão, sobre como seria possível alcançar os objetivos listados na primeira questão. Apenas um professor não respondeu a essa questão.

Sobre os laboratórios, os professores citaram: turmas menores; disponibilização de mais de uma aula experimental por assunto; atualização de procedimentos; participação do estudante na montagem e elaboração dos

Quadro 4: Respostas dos professores à primeira questão, sobre os objetivos do laboratório

Objetivos do laboratório	Frequência das respostas
Visualização da física/vivência prática dos conceitos	8
Tratamento e análise de dados	6
Análise, expressão e avaliação de erros	4
Redação de texto técnico	3
Uso de equipamentos	3
Proposição e teste de modelos	2
Metodologia científica	2
Desenvolvimento da curiosidade	1
Comportamento crítico	1
Capacidade de seguir instruções	1
Observação e relato de experimentos	1
Comparação de resultados teóricos e experimentais	1
Importância da experimentação na ciência	1

Fonte: Dados da pesquisa

⁷ O que sugere uma falha na maneira como as questões foram exibidas.

experimentos; preparação de atividades práticas para cada objetivo.

Em relação às aulas práticas, os professores sugeriram: maior participação e autonomia dos alunos na prática (2 professores); discussão de conhecimento teórico em práticas relacionadas; análise da prática com os alunos; orientação dos trabalhos práticos pelos professores. Três professores citaram que seria possível alcançar os objetivos através da realização de experimentos, indicando “*a escolha de experimentos simples e diversificados para realçar o tratamento de dados*” (2 professores); ou “*ênfase em enfatizando os conceitos físicos*”. Os professores apontaram ainda a importância dos processos de coleta de dados (2 professores), o tratamento de dados (2 professores) e a redação de relatórios. Um professor responde à questão perguntando “*Estes objetivos são alcançados?*”? Outro professor enfatizou que o tratamento e a análise de dados são alcançados, mas a redação de textos técnicos não.

Em resposta à quarta questão, os professores indicaram maneiras de avaliar os objetivos do laboratório. Como pode ser visto no Quadro 5, as respostas foram bem variadas, incluindo provas, relatórios, questionamento dos alunos, observação do comportamento e participação dos alunos, dentre outros. Três professores citaram aplicação de provas experimentais. Um professor especificou os aspectos que deveriam ser observados, afirmando que se deve “*verificar se o estudante é capaz de expressar uma medida, analisar o erro, e realizar uma análise gráfica*”. Dois professores não responderam à questão.

As respostas dos professores sobre os aspectos positivos do laboratório, na quinta questão, mostram que eles estão satisfeitos com a oportunidade de participação e motivação dos alunos nas práticas (3 professores); a relação da teoria com a prática; o número de práticas; e os bons resultados dos experimentos. Em relação às atividades experimentais, os professores citaram que elas permitem: contato com *software* para análise gráfica (2 professores); análise dos dados e uso de regressão linear (3 professores); uso de planilha de dados; interpretação do procedimento das atividades; montagem dos experimentos; manuseio de equipamentos; realização de medidas com cuidado; compreensão dos resultados práticos. Em relação ao aprendizado, mencionaram que as atividades experimentais permitem o desenvolvimento de uma lin-

Quadro 5: Respostas dos professores à quarta questão, sobre como avaliar os objetivos do laboratório

Avaliando os objetivos do laboratório	Frequência das respostas
Provas	8
Relatórios	7
Questionamento (durante/final)	3
Observação do comportamento do aluno	3
Trabalhos práticos	1
Pré-relatório	1
Participação	1

Fonte: Dados da pesquisa

guagem científica e da capacidade de expressão escrita, além do reconhecimento do que é importante em um experimento. Uma resposta foi deixada em branco. Nessa mesma questão, alguns professores fizeram críticas com relação aos seguintes pontos: dificuldade dos alunos para escrever e se expressar; discussões monótonas no laboratório que comprometem a motivação inicial (2 professores); e postura de alguns alunos, como se o laboratório se resumisse a uma obrigação a ser cumprida.

Sobre os aspectos negativos dos laboratórios, sexta questão, os professores apontaram como problema os roteiros das práticas (6 professores), justificando que são como receitas de bolo, confusos, com erros e excessivamente instrutivos. Em segundo lugar foi apontada a falta de estrutura e materiais dos laboratórios (2 professores) e a falta de espaço para criatividade, iniciativa, questionamentos, dúvidas e desenvolvimento crítico dos alunos (2 professores). Os professores apontaram também as dificuldades dos alunos nos processos de redação de conclusões; análise de dados criteriosa; obtenção de parâmetros físicos a partir dos ajustes de dados; síntese dos resultados. Dois professores mencionaram que o tempo é escasso para a realização das práticas e outro apontou que há muitos alunos em sala. Foram feitas críticas em relação aos seguintes itens: uniformização das abordagens práticas; muitas experiências com tratamento de dados; falta de experimentos com foco em observação e interpretação dos fenômenos; ausência de observações das dificuldades e ou sutilezas de uma investigação experimental; e, finalmente, o fato de que não atingem o objetivo de melhorar a compreensão dos conceitos pelos alunos. Um professor não respondeu a essa questão.

Na sétima questão, sobre a opinião dos professores em relação ao papel do relatório na formação de estudantes de Engenharia, todos enfatizaram a importância dos relatórios, justificando de diversas maneiras: para aprender a escrita científica/técnica, lidar com dados, se expressar, descrever formalmente uma observação, organizar e sintetizar dados, consolidar o aprendizado por meio de experimentos e vivência do laboratório.

Na oitava questão, os professores foram perguntados se a mudança do formato do relatório fosse para outro, que não o escrito, iria contribuir para a formação dos alunos. Dois professores deixaram a questão em branco; dois responderam que sim; cinco gostariam de manter o formato atual, justificando que seria mais fácil de corrigir; um professor sugeriu o formato de artigo científico; um sugeriu o formato livre e outro o formato digital, justificando que esse processo obrigaria o estudante a fazer uma síntese, escolher os tópicos mais importantes do assunto e utilizar imagens para ilustrá-los. Um professor afirmou que o formato do relatório não influencia na aula; e outro disse que o problema mais importante a resolver é a falta de tempo para discussão do assunto. Dentre as sugestões apresentadas pelos professores estão: relatórios mais completos; mais tempo para os alunos elaborarem

os relatórios; melhor preparação dos professores; ensino gradual para elaboração de relatórios; uso do padrão da *Leybold Didactic*⁸ e diversificação das maneiras de se expressar. Um professor confessou que precisa pesquisar mais sobre o tema.

A nona questão abordou sobre o papel do pré-relatório, utilizado por alguns professores. Cinco professores disseram que cobram o pré-relatório, justificando que contribui muito para o desenvolvimento da aula; três afirmaram que não cobram o pré-relatório, com as seguintes justificativas: não contribuem, pois é importante ter contato com o experimento antes; é difícil exigir dos alunos; ou, pelo fato de fazerem uma apresentação do tema no início da aula, faz-se desnecessário o pré-relatório. Quatro professores não responderam à questão. Dentre as contribuições do pré-relatório, tem-se: formação do estudante; agilidade dos procedimentos da aula; sintonização do aluno com o experimento; demanda de uma leitura prévia do roteiro.

Na décima questão foi abordada a possível falta de sincronia entre teoria e experimentos. Nove professores afirmaram que não há esse problema, sendo que sete desses apresentaram como justificativa o fato de que eles apresentam a teoria no início da aula. Dois professores afirmaram que isso não ocorre na sua instituição; três professores disseram que é ruim, problemático, pois a aula experimental é inútil sem conceitos teóricos; dois professores apenas apontaram que a disciplina experimental é independente da parte teórica; outro professor relatou que discute a teoria nas bancadas durante o experimento; um professor relata que foi incapaz de ensinar a teoria na própria aula; e um professor afirmou que “*experimentos são oportunidades para aprender física*”. Dois professores aproveitaram o espaço para criticar o roteiro estruturado com a “*receita da aula*”, e outro disse que a aula experimental não acrescenta muito aos alunos. Os professores fizeram sugestões, dizendo que: “*o professor deveria apresentar as previsões teóricas no quadro*”; “*seria ideal ver ambos no mesmo semestre*”; “*é interessante, em alguns casos, que o aluno veja a parte experimental antes da teoria*”; e promoveria “*o papel mais ativo do aluno, descobrindo as relações dos fenômenos*”.

Na décima primeira questão, oito professores afirmaram que não gostariam de outros formatos para a apresentação de relatórios, ou seja, preferem o relatório escrito. Dois professores se disseram abertos para outras experiências, mas ressaltaram que se deve manter o formato padrão/formal. Cinco professores sugeriram que o relatório escrito poderia seguir o padrão de artigo científico ou relatório técnico. Apenas dois professores sugeriram relatórios orais e mais consulta ao caderno ou o uso de jogos. Houve uma crítica dizendo que “*não se usa vídeos*”.

⁸ Disponível em <https://www.ld-didactic.de/en/service/dc/dcdl.html>. Acesso em 21 de junho de 2019. São cadernos de laboratórios disponibilizados com um modelo em que os dados e informações são colocados gradativamente, juntamente com perguntas e espaço para tabelas, gráficos, etc.

para relatar resultados”, em resposta ao enunciado que levantava a possibilidade de vídeo-relatórios.

Na última questão, em que foi deixado um espaço aberto para comentários ou sugestões finais, quatro professores deixaram em branco e dois afirmaram que não têm nada adicional a dizer. Dois professores mencionaram que seria interessante haver um espaço na instituição para discussão sobre os laboratórios de física. Os outros professores indicaram: revezamento de alunos na realização das tarefas; concepção menos marcante do ritmo da apresentação e discussão das atividades; disponibilização de mais tempo para ajuste às mudanças; prevenção contra a acomodação de professores. Finalmente, apenas um professor manifestou o desejo de ver o resultado desta pesquisa.

4.3. Análise das respostas aos questionários

Se compararmos os objetivos apresentados por professores e alunos nesta pesquisa com aqueles elencados por Hodson, *apud* [4], percebe-se que os alunos citaram os objetivos 6, 7, 9 e 10; enquanto os professores citaram todos, exceto o 5. Este fato já era esperado, pois a investigação de Hodson se baseou apenas na opinião dos professores.

A análise dos dados mostra que em alguns pontos há uma convergência entre a opinião dos professores e alunos. Na questão 1, sobre os objetivos do laboratório, o aspecto “visualização da física/teoria na prática” foi o mais indicado pelos dois grupos. Em várias respostas, tanto os alunos como os professores mencionaram que deveria haver maior participação dos alunos. Nesse caso, os professores justificaram a afirmação indicando momentos em que essa participação poderia aumentar/existir, como na montagem e elaboração dos experimentos. Foram apontados ainda os seguintes aspectos: maior autonomia durante a realização da prática e análise da prática com o aluno. Os alunos apenas indicaram que seria interessante haver uma discussão dos resultados obtidos da prática na aula seguinte. Essas observações estão em acordo com Borges (2002) [1].

É interessante observar que os dois grupos mencionam a falta de tempo para realização da prática e discussão dos resultados obtidos; além disso, tanto os professores como os alunos gostam do formato escrito para o relatório. Sobre o pré-relatório, enquanto um professor afirma que contribui para que o aluno faça uma leitura prévia do roteiro, um aluno afirma que essa atividade deveria ser retirada, “pois o aluno faz sem ler o roteiro”.

A maioria dos alunos afirma que gosta do roteiro utilizado nas práticas, apenas uma crítica foi feita, indicando que há explicações confusas. As sugestões de melhoria para o roteiro incluíram: melhorar as explicações, que deveriam ser mais claras e sucintas, bem como aprimorar a disponibilidade e a organização dos mesmos. Já os professores têm outra visão do roteiro, uma vez que este apenas foi mencionado nos aspectos negativos dos laboratórios,

citando seu uso como “receita de bolo”; falta de clareza; erros; e o fato de serem excessivamente instrutivos.

Em relação à sintonia entre teoria e prática, embora a maioria dos professores afirme que apresentam a teoria no início da aula, deve-se levar em consideração que algumas práticas exploram conteúdos mais complexos, que dificilmente serão ensinados e apreendidos em vinte minutos de discussão ou durante a experimentação na bancada. Em muitos casos, a falta de familiaridade do aluno com o conteúdo reforça o uso do roteiro como uma lista de instruções a serem seguidas. O estudo de Abrahams e Millar (2008) [12] sugere que o trabalho experimental seria mais efetivo se a conexão entre ideias e observações ocorresse durante a atividade prática.

4.4. Discussão dos resultados

Os laboratórios com os quais estavam envolvidos os professores e estudantes desta pesquisa são predominantemente do primeiro tipo, acadêmico, segundo a descrição de Robinson (1979) [7], assim como é a maioria dos laboratórios didáticos de física em cursos de Engenharia no Brasil e em todo o mundo.

Analisando os posicionamentos que encontramos de acordo com as categorias estabelecidas por Robinson [7] (abordagem acadêmica e abordagem experimental), vemos uma divisão dos pontos de vista. Uma análise dos dados coletados mostra que 89% das opiniões dos estudantes caracterizam os objetivos das práticas experimentais na abordagem do laboratório acadêmico, em que o laboratório tem a função de ser uma extensão ou reforço da teoria. Isso foi enfatizado nas falas da questão 2 (Quadro 1): “visualizar a teoria na prática”; “aprendizado/entendimento da teoria/conhecimento”, “aplicação da teoria no cotidiano”; “extensão das aulas teóricas”. Isso vai na contramão do que sugerem os trabalhos de Robinson (1979) e de Holmes e Wieman [9] como sendo os objetivos mais adequados à eficiência dos laboratórios didáticos. Os outros 11% dos objetivos atribuídos pelos estudantes não se enquadram na filosofia acadêmica nem na abordagem experimental. (“aumento do interesse”, “os relatórios induzem a compreensão da prática e seus objetivos”). Para o cálculo dessas quantidades percentuais, a soma das frequências listadas no Quadro 1 foi considerada como 100%; então, de acordo com as frequências de cada objetivo e com a classificação feita neste semestre, foi contabilizada a frequência percentual de cada uma das abordagens de Robinson [7].

Quanto aos objetivos atribuídos aos laboratórios pelos professores, a distribuição entre as categorias filosofia acadêmica e abordagem experimental é bastante diferente daquela encontrada nos questionários dos estudantes. Dentre os 34 objetivos citados, classificamos 24% na filosofia acadêmica (“a visualização da física e vivência prática dos conceitos”) e 47% na abordagem experimental (“tratamento e análise de dados”, “análise, expressão e avaliação de erros”, “proposição e teste

de modelos”, “metodologia científica”, “comportamento crítico”, “comparação de resultados teóricos e experimentais”). O restante não se encaixou em nenhuma das categorias (“redação de texto técnico”, “uso de equipamentos”, “desenvolvimento da curiosidade”, “capacidade de seguir instruções”, “observação e relato de experimentos”, “importância da experimentação na ciência”).

Esses resultados estão em conformidade com a maior parte da literatura citada, em que há uma grande dispersão nos objetivos atribuídos aos laboratórios didáticos por parte dos estudantes e professores. Se tomarmos apenas os objetivos que conseguimos classificar como pertencentes a alguma das duas categorias, 100% dos objetivos dos estudantes pertencem à filosofia acadêmica enquanto, no caso dos professores, 67% estão na abordagem experimental e 33% na filosofia acadêmica.

5. Considerações Finais

Abordar a questão dos objetivos do laboratório didático de física, no contexto da visão de professores e estudantes, é uma forma de analisar uma questão semelhante em um contexto mais amplo: quais são os objetivos do ensino de física. Um dos aspectos dessa questão une quase todos os professores de física: o ensino de física é importante. No entanto, o motivo dessa importância divide os professores, que também podem ser categorizados em dois grupos: um que defende que o conteúdo de física deve ser o foco principal e deve ser dominado por todos que o estudam, inclusive no ensino médio, e outro grupo que defende que o foco deve ser o desenvolvimento de habilidades de raciocínio, pensamento científico ou pensamento crítico.

A ocorrência de uma dispersão nos objetivos atribuídos ao ensino-aprendizagem em geral, e ao ensino-aprendizagem no laboratório de física, em particular, não é por si um fato ruim. A diversidade pode ser rica, gerar discussões e reflexões construtivas, necessárias para uma evolução positiva das concepções de cada professor e de cada estudante sobre o papel da educação formal. Mas, se a diversidade vem justamente da falta de reflexão e debate sobre o assunto, ela não traz nenhum benefício e pode ser maléfica, fazendo com que nem professores nem estudantes compreendam bem o propósito de suas rotinas em sala de aula. Infelizmente, essa é a realidade constatada por Borges (2002) [1], pelo menos em relação às aulas experimentais:

Mesmo em locais com forte tradição de ensino experimental, por exemplo, nos cursos superiores e cursos das escolas técnicas, quase nunca ocorre o planejamento sistemático das atividades, com a explicitação e discussão dos objetivos de tal ensino. A formulação de um planejamento para as atividades de ensino, quando existe, destina-se mais a atender às demandas burocráticas do que explicitar as diretrizes de ação do professor e dos estudan-

tes, ao longo de um curso. Assim, o professor trabalha quase sempre com objetivos de ensino pouco claros e implícitos, confiando em sua experiência anterior com cursos similares. Com isso, os estudantes não percebem outros propósitos para as atividades práticas que não os de verificar e comprovar fatos e leis científicas. (BORGES, 2002, p. 298-299).

Percebe-se, portanto, a importância de haver espaço para discussão dos objetivos do ensino de física, em classes teóricas e experimentais, levando-se em consideração a perspectiva de alunos e professores, no sentido de aumentar a participação destes atores no processo de ensino e aprendizagem, buscando uma formação mais ampla.

Material suplementar

O seguinte material suplementar está disponível online:

[Apêndice A](#) - Questionário para Professores

[Apêndice B](#) - Questionário para Alunos

Referências

- [1] A.T. Borges, *Cad. Bras. Ens. Fís.* **19**, 291 (2002).
- [2] O. Barberá e P. Valdés, *Enseñanza de las Ciencias* **14**, 365 (1996).
- [3] J.C. Menzie, *Am. J. Phys.* **38**, 1121 (1970).
- [4] M.C. Galiazzi, J.M.B. Rocha, L.C. Schmitz, M.L. Souza, S. Giesta e F.P. Gonçalves, *Ciência & Educação* **7**, 249 (2001).
- [5] N.A. Grandini e C.R. Grandini, *Rev. Bras. Ens. Fís.* **26**, 251 (2004).
- [6] American Association of Physics Teachers, *Am. J. Phys.* **66**, 483 (1998).
- [7] M.C. Robinson, *Am. J. Phys.* **47**, 859 (1979).
- [8] L.B. Horodyski-Matsushigue, P.R. Pascholati, M. Moralles, M.L. Yoneama, J.F. Dias, W.A. Seale e P.T.D. Siqueira, *Rev. Bras. Ens. Fís.* **19**, 287 (1997).
- [9] N. Holmes e C. Wieman, *Physics Today* **71**, 8 (2018).
- [10] B.R. Wilcox e H.J. Lewandowski, *Phys. Rev. Phys. Educ. Res.* **13**, 010108 (2017).
- [11] B.M. Zwickl, T. Hirokawa, N. Finkelstein e H.J. Lewandowski, *Phys. Rev. Phys. Educ. Res.* **10**, 010120 (2014).
- [12] I. Abrahams e R. Millar, *International Journal of Science Education* **30**, 1945 (2008).