

**OBJETIVOS DOCENTES PARA A ÁREA EXPERIMENTAL DE CIÊNCIAS
DA NATUREZA, MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS:
O CASO DA FÍSICA NO ENSINO MÉDIO**

Cláudia Costa Lopes G. Sosinho
José Roberto da Rocha Bernardo
Escola Técnica Estadual República
Rua Clarimundo de Melo, 847
CEP 21311 - 280

Glória P. Queiroz
Rosana B. Santiago
André Tato

Dilson de Jesus Damião
Marco André de Almeida Pacheco
Rodrigo da Silva Batista

NPE³ (Núcleo de Pesquisa, Educação e Extensão em Ensino de Física)
Instituto de Física, UERJ
Rua São Francisco Xavier, 524
CEP: 20559 - 900

Resumo

Este trabalho faz parte de um projeto de pesquisa mais amplo elaborado por um grupo de professores e alunos da UERJ em parceria com professores de Física da rede de escolas técnicas FAETEC¹, denominado "Saber docente". Nele apresentamos um conjunto de resultados da primeira aplicação de um questionário escrito sobre objetivos pedagógicos declarados pelos docentes - onze professores de Física - de uma das escolas da rede com o objetivo de avaliar algumas características do próprio questionário, como: clareza geral, extensão e capacidade de permitir diferenciação entre as categorias propostas. Além disso, pelo fato de ter sido aplicado a um alto percentual dos professores de uma mesma escola, a análise de seus resultados permitiu avaliar a relevância no ensino de Física atribuída às atividades experimentais pelos professores.

Introdução

O Laboratório didático ocupa um papel central no ensino-aprendizagem de Física. Apesar de não haver quem duvide do potencial do laboratório para resolver vários problemas pedagógicos, sua prática sofreu graves perdas nos últimos anos, principalmente no nível médio. Com o desuso desse importante recurso pelas escolas, os professores na sua grande maioria ficam restritos a aulas de giz e quadro-negro, que transformam corpos em quadrados e setas, brilhos em traçados, esferas em discos etc. Há, no entanto, professores que recorrem a soluções criativas, realizando experimentos com material de baixo custo para demonstrações ou trabalhos em grupo na própria sala de aula. Em outros casos, conseguem recuperar acervos desativados e implementar atividades experimentais quando contam com o apoio institucional

¹ Projeto semelhante, focalizando o laboratório didático de Física em nível universitário foi encaminhado ao CNPq no mês de março do corrente ano. De título: *Objetivos do Laboratório Didático de Física - a perspectiva do professor universitário*, o projeto será coordenado por Dominique Colinvaux (UFF), sendo participantes as professoras Susana Souza Barros (UFRJ), Maria da Conceição Barbosa Lima e Glória Queiroz (UERJ) e estudará o que pensam professores de Física da UERJ, UFF e UFRJ sobre o tema.

indispensável para essas ações. Na pesquisa em Ensino de Física o papel das atividades experimentais no ensino de ciências vem ressurgindo com ênfase crescente nos últimos anos, dando base a um movimento de revisão nas formas como o laboratório didático pode ser melhor utilizado em prol da aprendizagem de Física, no Brasil e no mundo (Alves Filho, 2000, Borges, 2003, Leach e Paulsen, 1999).

O problema do Laboratório foi assunto de um recente projeto europeu (1996/1998) intitulado *Labwork in Science Education*. Professores de Física, Química e Biologia, do ensino médio e dos primeiros anos das universidades (correspondentes ao nosso ciclo básico) de seis países (França, Grã-Bretanha, Alemanha, Dinamarca, Itália e Grécia) responderam a amplo questionário de múltipla escolha sobre diferentes questões associadas ao laboratório didático (visão docente sobre os objetivos do laboratório; eficácia de diferentes modalidades de atividades de laboratório etc). Além disso, vinte estudos de caso foram realizados e os resultados tanto desses estudos como os do questionário geraram um conjunto de nove *Working Papers* e um encontro internacional que deu origem ao livro *Practical Work in Science EDUCATION: Recent Research Studies* (Leach & Paulsen, 1999).

Um dos artigos do referido livro, intitulado *Teachers' objectives for Labwork: Research too and cross-country results, coordenado pela equipe alemã (Welzel et al, 1998.)* serviu de base para a elaboração de um projeto de pesquisa-ação² (Thiollent, 1996) elaborado por um grupo de professores e alunos da UERJ em parceria com professores de Física da rede de escolas técnicas FAETEC, sendo submetido a uma chamada da própria rede para projetos elaborados por seus professores, denominada "Saber docente".

Como parte inicial do projeto, um questionário, semelhante ao aplicado no projeto europeu, foi elaborado a partir da tradução do utilizado no referido projeto, tendo-se tido a preocupação de adaptá-lo para a realidade das escolas brasileiras, mais especificamente as da rede FAETEC. Nesse sentido ampliamos a investigação para conhecermos os objetivos dos professores em relação às atividades experimentais realizadas dentro de laboratórios didáticos ou em salas de aula. Vale ressaltar que nossa intenção não foi de simplesmente replicar o estudo europeu, mas de aproveitar um conjunto de similaridades não desprezíveis encontradas nos diferentes países investigados e que servirão de base para comparações e sugestões a serem incorporadas ao nosso estudo, atualmente em sua fase de realização inicial.

O trabalho aqui apresentado traz um conjunto de resultados da primeira aplicação do questionário, feita a onze professores de Física da Escola Técnica Estadual República, pertencente à rede FAETEC. Apesar da existência da estrutura do laboratório de Física há aproximadamente três anos, o funcionamento do mesmo iniciou este ano.

Nosso primeiro objetivo foi o de avaliar algumas características do próprio questionário, como: clareza geral, extensão, capacidade de permitir diferenciação entre as categorias propostas, etc. Além disso, pelo fato de ter sido aplicado a um alto percentual dos professores de uma mesma escola, a análise de seus resultados permitiu avaliar a relevância no ensino de Física atribuída às atividades experimentais, aprofundando-se o conhecimento dos objetivos pedagógicos declarados pelos docentes da escola em questão.

Metodologia

Um diagnóstico inicial se encontra em fase de realização a partir da aplicação de um questionário de múltipla escolha, baseado no que foi elaborado no contexto dos seis países

² Segundo Thiollent (1996), "a pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social de base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo".

européus. Cópias do questionário foram entregues pessoalmente por dois professores de Física de uma das escolas FAETEC, participantes da parceria e co-autores desse trabalho, a quinze colegas da mesma disciplina. A entrega dos questionários respondidos foi prejudicada pela entrada em recesso da escola. Mesmo assim, em função da boa vontade em responder, onze professores preencheram seus exemplares em três dias em média.

O planejamento geral da análise quantitativa ampla, de todas as respostas e das possíveis correlações entre elas, se encontra em fase de discussão e elaboração. No entanto, dados gerais sobre os professores e os primeiros percentuais obtidos da análise das preferências dos professores por determinadas categorias foram significativos a ponto de merecerem a presente apresentação, servindo também para envolver os respondentes na pesquisa-ação na escola.

A primeira parte do questionário procurava obter dados como formação, atuação profissional, envolvimento com o ensino experimental na escola, desenvolvimento de experimentos de uso didático, envolvimento em algum tipo especial de pesquisa.

Pelo nosso interesse futuro em confrontar o que é dito pelos professores com aquilo que ocorre durante suas aulas - planejamento e execução - procuramos ainda na primeira parte obter informações sobre a disponibilidade para entrevistas, observações e vídeo-gravações no âmbito do projeto de pesquisa. Quisemos ainda saber se estariam dispostos a participar de encontros para discussão do tema relativo ao questionário.

A segunda parte do questionário tratava diretamente dos objetivos gerais do trabalho experimental em Física no ensino médio, pedindo-se na primeira questão que os docentes atribuíssem um grau de importância de 1 (mais importante) a 5 (menos importante) a cinco categorias, devendo cada valor ser utilizado uma única vez. Foram 5 as categorias relacionadas aos objetivos do trabalho experimental em ciências, apresentadas na seção Resultados.

A seguir, cada categoria foi dividida em subcategorias, gerando um conjunto de 5 questões com subcategorias, em torno de oito para cada uma das categorias (de A a E), pedindo-se então que os professores atribuíssem grau de importância - de muito importante a sem importância.

Em uma terceira parte do questionário, diferentes “contextos” do laboratório foram definidos, solicitando-se a atribuição do grau de utilidade para que os objetivos iniciais fossem alcançados. Os “contextos” relacionados foram: demonstrações experimentais, experimentos desenvolvidos pelos estudantes, laboratório aberto, laboratório programado e experiências que utilizam novas tecnologias. Para uma melhor comunicação e compreensão dos contextos do trabalho experimental em ciências, apresentamos aos professores uma breve definição³ de cada tipo a ser analisado.

Resultados

Quanto à formação dos onze sujeitos desse levantamento inicial:

³ Demonstrações experimentais : experimentos realizados pelo professor e observado pelos alunos

Experimentos desenvolvidos pelos estudantes: pequenos projetos teórico-práticos propostos aos alunos e por eles desenvolvidos com o apoio do professor

Laboratório aberto: experimentos que não apresentam resposta única a um problema proposto aos alunos

Laboratório programado: experimentos com roteiro prévio

Experiências que utilizam novas tecnologias: experimentos que envolvem simulações em computadores ou análise de vídeos ou outra tecnologia

- nove são licenciados em Física, sendo 3 mestres (2 em Física e um em engenharia), 1 doutor e 1 especialista em ensino superior;
- dois são bacharéis, sendo um destes doutor em Física.

Em relação ao envolvimento com o ensino experimental na escola, 45% atuam no laboratório didático em funcionamento na escola e 55% estão desenvolvendo experimentos para uso didático.

A questão da primeira parte do questionário que procurava saber do envolvimento dos professores com algum tipo de pesquisa não forneceu dados claros, indicando que os professores atribuem significados diferenciados à palavra pesquisa, o que confirma a polissemia do termo pesquisa encontrada nas pesquisas educacionais (Ludke, 2000). Em entrevistas posteriores pretendemos esclarecer esse quesito.

Entre os respondentes, 60% dos professores envolvidos no laboratório didático da escola permitiriam a presença de um observador durante suas aulas experimentais, além de aceitarem ser entrevistados. Porém, apenas 40% admitiram aceitar a vídeo-gravação de suas aulas. Como dado positivo tivemos que 73% dos professores que responderam ao questionário se mostraram interessados em participar de encontros para discutir os objetivos da atividade experimental didática com colegas, possibilitando o desenvolvimento da pesquisa-ação pretendida.

Analisando a frequência de respostas obtidas por cada categoria na primeira questão da segunda parte do questionário, chegamos aos resultados apresentados na Figura 1. A categoria que mais recebeu o escore 1 (mais importante) foi a que aponta o objetivo “*que o estudante relacione teoria à prática*” (45% dos professores), sendo seguida por duas categorias empatadas, que apontam respectivamente: “*que o estudante possa conhecer os métodos do pensamento científico*” e “*que o estudante aumente sua motivação, desenvolvimento pessoal, competência social*” (C e D - 27,5% cada uma).

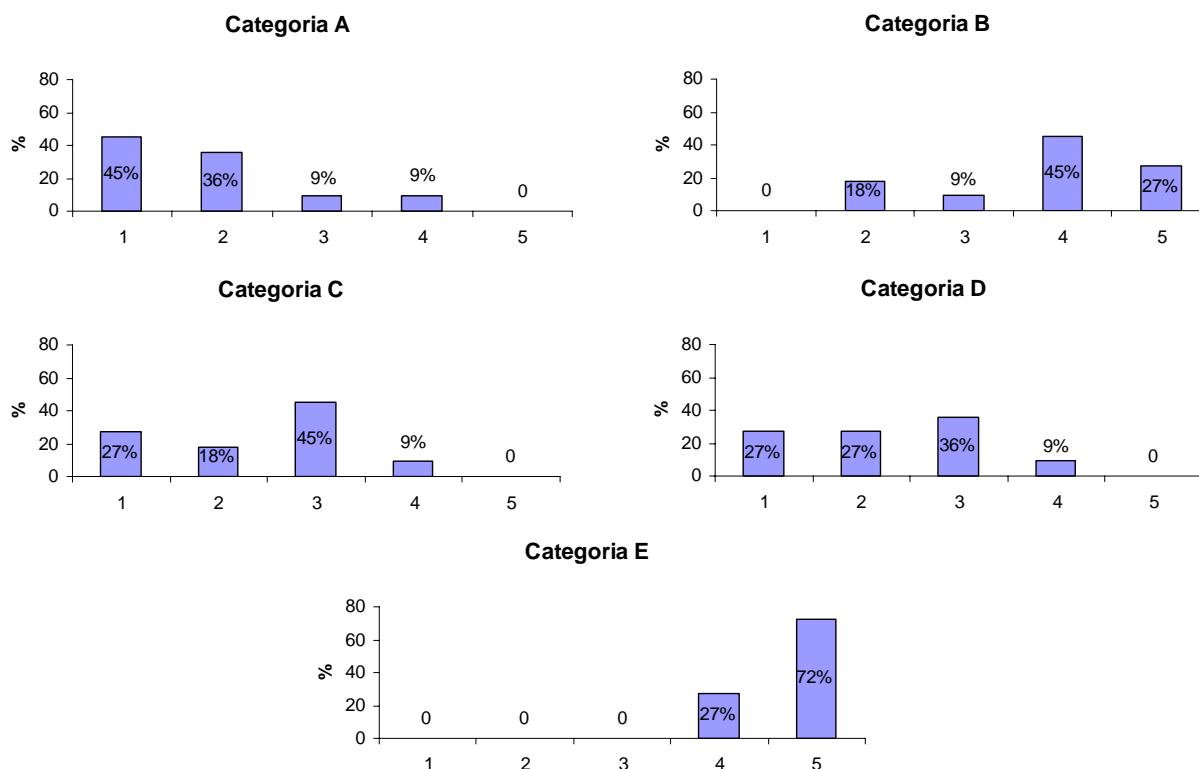


FIGURA 1 - PERCENTUAIS DE GRAUS DE IMPORTÂNCIA (1 A 5) ATRIBUÍDOS PELOS PROFESSORES AOS OBJETIVOS GERAIS DO TRABALHO EXPERIMENTAL

Por outro lado, o objetivo que indica “*que o professor avalie o conhecimento da sua disciplina pelos estudantes*” (E) obteve o maior percentual no escore de menor importância (72,5%). Também o objetivo que indica “*que o estudante aprenda habilidades experimentais*” (B) não foi bem cotado, apesar desta categoria apresentar uma maior distribuição percentual entre os diferentes graus de importância (ver gráfico B na figura 1).

Esses primeiros dados nos indicam, a uma primeira vista, uma valorização da atividade teórica em relação à atividade prática, sendo esta última vista como um suporte da primeira.

Essa valorização se evidencia no momento em que os docentes, na questão 2 da segunda parte do questionário, são solicitados a atribuir grau de importância às subcategorias que explicitam de que maneira a atividade experimental permite ao aluno relacionar teoria à prática. Isso pode ser visto na tabela 1 que mostra os altos percentuais dados ao grau “Muito Importante” (MI) nas subcategorias que mais falam da teoria propriamente dita, como A1 - *facilitar a compreensão da teoria* e A2 - *verificar leis científicas*. Por outro lado, a categoria A3 - *demonstrar fenômenos físicos específicos*, que pesa para o lado da prática, também tem altos percentuais de MI.

TABELA 1 - PERCENTUAIS DE RELEVÂNCIA ATRIBUÍDA AO TRABALHO EXPERIMENTAL EM CIÊNCIAS PARA O ALUNO RELACIONAR TEORIA À PRÁTICA

A – Para o aluno relacionar a teoria à prática, a atividade experimental deve:	Muito Importante	Importante	Pouco Importante	Não Importante
A1 – facilitar a compreensão da teoria	72%	28%	0%	0%
A2 – verificar leis científicas	54%	36%	9%	0%
A3 – demonstrar fenômenos físicos específicos (como atrito, flutuação, etc)	54%	45%	0%	0%
A4 – ilustrar os fenômenos para o aluno	18%	81%	0%	0%
A5 – explicar métodos científicos específicos	9%	45%	45%	0%
A6 – aprofundar em relação a física através de exemplos sistematizados	0%	60%	20%	20%
A7 – introduzir notação simbólica e técnica	0%	18%	64%	18%
A8 – resolver problemas propostos nos experimentos	9%	45%	36%	9%
A9 – demonstrar aplicações técnicas	18%	72%	0%	9%
A10 – ajudar a lembrar fatos e princípios	9%	54%	36%	0%

Outras tabelas análogas, para cada um dos objetivos (de B a E), serão apresentadas posteriormente.

Sobre a terceira parte do questionário, que procura relacionar os objetivos aos diferentes “contextos” para a atividade experimental, apresentamos na tabela 2, como exemplo, nossos resultados iniciais relativos aos “contextos” que os professores consideraram mais ou menos úteis para que o aluno esteja mais capacitado para relacionar teoria e prática. Podemos observar que parece indiferente aos professores se são feitas demonstrações para os alunos ou se os experimentos são desenvolvidos pelos estudantes. Vemos ainda que o contexto que se destaca pelo baixo percentual é o das experiências que utilizam novas tecnologias.

TABELA 2 - PERCENTUAIS ATRIBUÍDOS PELOS PROFESSORES AOS GRAUS DE UTILIDADE DE DIFERENTES CONTEXTOS DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS PARA ATINGIR DETERMINADOS OBJETIVOS

QUESTAO 3-1 - Para que o aluno esteja mais capacitado para relacionar teoria e prática	Muito Útil	Útil	Menos Útil	Inútil
Demonstrações experimentais	63%	36%	0%	0%
Experimentos desenvolvidos pelos estudantes	63%	36%	0%	0%
Uma sessão de laboratório aberto	50%	30%	20%	0%
Uma sessão de laboratório programado	45%	45%	9%	0%
Experiências que utilizam novas tecnologias (computador, vídeo, ,etc)	10%	70%	10%	10%

Da tabela análoga para o objetivo D – que se refere a características pessoais e sociais, como motivação, desenvolvimento social e competências sociais - pudemos concluir que os contextos considerados mais úteis foram os “Experimentos desenvolvidos pelos estudantes” (63%) e “Uma sessão de laboratório aberto” (70%). Por outro lado, alguns professores consideram inútil as “Demonstrações experimentais” (9%), “Uma sessão de laboratório programado” (9%) e os “Experimentos que utilizam novas tecnologias” (9%).

Para os demais objetivos apresentaremos posteriormente tabelas semelhantes.

Considerações Finais

Em primeiro lugar, consideramos que a metodologia utilizada se mostrou adequada para dar o ponto de partida de uma pesquisa-ação que pode motivar a participação do conjunto de professores de Física no momento em que o Laboratório da escola encontrou espaço no currículo da disciplina e também recursos humanos interessados na sua revitalização em um local apropriado já existente porém não utilizado até então.

Está no planejamento da pesquisa estender a aplicação do questionário inicial e também a proposta para discussão dos objetivos das atividades experimentais aos professores das disciplinas que compõem a área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, atendendo às diretrizes propostas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais.

Vale acrescentar que já contamos com a aquiescência das equipes de Química e de Biologia da escola analisada para a participação na pesquisa, sendo que alguns professores dessas disciplinas inclusive já preencheram o questionário inicial, não apresentados no presente trabalho. É nosso propósito estabelecer semelhanças e diferenças entre os professores das diferentes áreas do conhecimento, de modo a incluir também no projeto o desenvolvimento de propostas para atividades experimentais interdisciplinares.

Os gráficos e tabelas apresentados e comentados de forma preliminar constituem um exemplo do potencial interpretativo que terá uma análise estatística mais completa. Assim como foi feito no estudo europeu, a análise deverá fazer uso de elementos de estatística descritiva. Nesta etapa de análise de dados, estaremos contando com a consultoria de um especialista.

A análise se desenvolverá em três etapas principais: uma visão de conjunto do total de respostas para cada item do questionário; identificação de grupos de respondentes em função da atuação docente e envolvimento com atividades experimentais, visando análise comparativa das respostas dos diferentes grupos e finalmente uma comparação com os resultados do estudo europeu.

A pesquisa inicial já aponta para uma diversidade de objetivos potenciais de ensino-aprendizagem que os professores declaram pretender alcançar por meio do trabalho experimental em Física. Vale considerar que, em primeiro lugar, desde que sejam efetivamente alcançados, objetivos diversos não constituem necessariamente um problema. Mas, é necessário enfrentar a questão da eficácia das ações de ensino para promover aprendizagens, avaliando-se em que medida atividades experimentais *específicas*, que envolvem aspectos relacionados ao conteúdo escolhido, à didática utilizada, à visão de ciência do professor, etc, atingem os resultados *específicos* de aprendizagem a que se propõem. Com efeito, é preciso considerar que a efetiva realização das atividades experimentais não assegura que os objetivos pretendidos de aprendizagem sejam alcançados.

Pretende-se ampliar o projeto a outras escolas da rede FAETEC, solicitando-se que os professores das áreas ligadas a atividades experimentais no ensino médio preencham o questionário na forma ajustada a partir dessa primeira aplicação. A análise completa será divulgada aos docentes das escolas, em forma de seminários e artigos e serão abertas inscrições para encontros de discussão sobre o tema tratado. A pesquisa-ação tem ainda como metas o desenvolvimento de outros projetos em paralelo aos encontros sobre os objetivos das atividades experimentais, visando a abertura de espaços de criação pelos professores de atividades ligadas a temas específicos de Física (Óptica e Eletricidade). Os projetos já foram propostos e estarão se desenvolvendo também pela parceria estabelecida entre a FAETEC e a UERJ.

Bibliografia

ALVES FILHO, José de Pinho. **Atividades experimentais: do método à prática construtivista**. Tese de Doutorado em Educação - Centro de Ciências em Educação - UFRGS, Florianópolis, 2000.

BORGES, Tarcísio. Novos Rumos para o laboratório escolar de ciências - **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, vol. 19, n. 3, 2002.

LEACH, J. & PAULSEN, AC. (Eds) **Practical Work in Science Education: Recent Research Studies**. Dordrecht, Roskilde University Press & Kluwer. 1999.

LUDKE, Menga A pesquisa e o professor da escola básica: que pesquisa, que professor? **Cd-Rom do X ENDIPE**, 2000.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 1996.

WELZEL, M.; HALLER, K.; BANDIERA, M.; HAMMELEV, D.; KOUMARAS, P.; NIEDDERER, H.; PAULSEN, A.; BECU-ROBINAULT, K.; VON AUFSCHNAITER, S. *Teachers' objectives for labwork: Research tool and cross-country results*. (Working Paper 6/ European Commission/Project PL 95-2005). Disponível em www.physik.uni-bremen.de/physics.education/niedderer/projects/labwork/papers.html 1998