

Experimentação no ensino de Física: o plano inclinado numa perspectiva do laboratório divergente

Experimentation in physics teaching: the slope with a view of the divergent laboratory

Gustavo Ramos Jordão

Planetário - Universidade Federal de Goiás

Email: gustavo.ramosjordao@gmail.com

Juan Bernardino Marques Barrio

Planetário - Universidade Federal de Goiás

Email: juanbmb@hotmail.com

Resumo

Este trabalho descreve uma pesquisa qualitativa sobre a experimentação no ensino de Física como instrumento para que o aluno construa o conhecimento de forma autônoma. Partindo da epistemologia pluralista, o experimento é capaz de individualizar o ensino desde que sejam considerados seu contexto, conhecimento prévio e a maneira como cada um aprende. Utilizando um experimento sobre o plano inclinado conforme o laboratório divergente proposto por Pinho-Alves (2000), obedecendo ao segundo nível investigação no laboratório de Ciências categorizado por Tamir (1991), os alunos do Colégio Estadual Waldemar Mundim puderam interagir com um sistema físico real e dentro das limitações teóricas e práticas obtiveram experimentalmente o valor da aceleração da gravidade. Pode-se verificar que o experimento é motivador, capaz de desenvolver habilidades de manipulação, a compreensão da natureza e interesse e favorecer a autonomia do aluno.

Palavras chave: Ensino de Física, experimentação, laboratório divergente.

Abstract

This paper describes a qualitative research on trial in teaching physics as a tool for students to build knowledge autonomously. Starting from the pluralistic epistemology, the experiment is able to individualize the teaching provided they are considered its context, previous knowledge and the way everyone learns. Using an experiment on the slope as divergent laboratory proposed by Pine- Alves (2000), according to the second level research in the science lab categorized by Tamir (1991), students of the State Waldemar Mundim College were able to interact with a real physical system and within the theoretical and practical limitations experimentally obtained the acceleration of gravity. It can be seen that the experiment is motivating, able to develop handling skills, understanding the nature and interest and foster student autonomy.

Key words: Physics teaching, experimentation, divergent laboratory .

Introdução

O ensino de Ciências em geral, e da Física em particular, deve ser capaz de fazer com que os alunos consigam interpretar o mundo desde um ponto de vista das Ciências, manejando conceitos, leis e teorias científicas, ao mesmo tempo em que deve identificar aspectos históricos, epistemológicos, sociais e culturais (BRASIL, 1997, p. 23 e 24). Ainda nos Parâmetros Curriculares Nacionais, pode-se ler que “Os desafios para experimentar ampliam-se quando se solicita aos alunos que construam o experimento. As exigências quanto à atuação do professor, nesse caso, são maiores que em outras situações de ensino” (BRASIL, 1997, p.90).

Nessa perspectiva, um grande número e diversidade de propostas pedagógicas, respaldadas em resultados de pesquisa em Ensino, tem sido desenvolvidas. No entanto, boa parte destas não chega às salas de aula, haja vista as críticas assinaladas pela literatura nacional da área em questão (Pena, 2009). Para Laburú et al. (2003), é preciso desenvolver uma proposta metodológica pluralista, pois todo processo de ensino-aprendizagem é altamente complexo, mutável no tempo, envolve múltiplos saberes e está longe de ser trivial. O pluralismo não deve ser entendido como uma oposição a tudo, mas a oposição a um princípio único. Com isso uma postura metodológica não deve ser definitiva, porque não há verdades pedagógicas únicas aplicáveis a qualquer indivíduo.

Araújo e Abib (2003) reafirmam posições já estabelecidas para o importante papel da experimentação no ensino de Física e sinalizam novas direções para a sua utilização em sala de aula, que revelam, segundo eles, as tendências das propostas formuladas pelos pesquisadores da área. Estes autores também afirmam que o uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física é uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de se aprender e de se ensinar Física de modo significativo e consistente. No entanto, os contatos freqüentes realizados com professores em exercício permitiram constatar que essas propostas ainda se encontram distantes dos trabalhos realizados em grande parte das escolas, o que, para eles, sem dúvida, indica a necessidade de realização de novos estudos que visem melhorar as articulações e propiciar um aprofundamento das discussões dessa temática, buscando a efetiva implementação dessas propostas nos diversos ambientes escolares.

Assim, partindo da abordagem pluralista proposta por Laburú et. al. (2003), o presente trabalho tem como objetivo compreender “De que forma a experimentação no ensino de Física facilita a compreensão dos alunos acerca dos conteúdos didáticos, favorecendo o desenvolvimento de habilidades como a observação e a reflexão?”. Para isso foi desenvolvida no Colégio Estadual Waldemar Mundim uma sequência didática abordando tópicos da Cinemática, Dinâmica, e no fim de aulas expositivas, foi proposto um experimento sobre o Plano Inclinado pautado no laboratório divergente segundo Pinho-Alves (2000).

Revisão da literatura

Reflexões acerca do Laboratório Didático e o papel da Experimentação no ensino de Ciências em geral vêm sendo realizadas há muito tempo, haja vista o laboratório ser considerado por muitos como a solução de inúmeros problemas, enquanto para outros ele é considerado como

mero elemento do contexto metodológico (Pinho-Alves 2000).

Na literatura encontram-se dois tipos principais de laboratório didático:

O laboratório tradicional que propõe ao aluno uma série de observações e medidas acerca de fenômenos previamente determinados pelo professor (Tamir 1991).

Essa metodologia legitimada pela epistemologia empirista considera o aluno desprovido de qualquer conhecimento, e o foco da aprendizagem está centrado no professor que transfere o conhecimento como se a Ciência fosse imutável. Segundo Becker (1994: p. 90), isso acarreta a reprodução do autoritarismo, da coação, da subserviência, do silêncio, da morte da crítica, da criatividade, da curiosidade.

O laboratório divergente é mais flexível do que o laboratório tradicional, pois não apresenta a mesma rigidez.

A ênfase não é a verificação ou a simples comprovação de leis e conceitos explorados com exaustão no laboratório tradicional. Sua dinâmica de trabalho possibilita ao estudante trabalhar com sistemas físicos reais, oportunizando a resolução de problemas cujas respostas não são pré-concebidas, adicionando ao fato de poder decidir quanto ao esquema e ao procedimento experimental a ser adotado. (Pinho-Alves 2000. p, 177).

Sua execução prevê dois momentos. A primeira fase prevê a descrição da experiência, os procedimentos a serem adotados, as medidas a serem tomadas e o funcionamento dos instrumentos de medida. Com isso o estudante estará ambientado com os equipamentos experimentais e instrumentos de medida. A segunda fase é o momento de realizar o experimento. Cabe ao aluno decidir qual atividade realizará, quais seus objetivos, que hipóteses serão testadas, e como realizará as medidas.

Shulman e Tamir (Travers, org., 1973, p. 119), delimitam cinco grupos de objetivos com o uso do laboratório didático: Habilidades - Conceitos Habilidades cognitivas – Compreensão da natureza da Ciência –Atitudes.

Ao mesmo tempo, Tamir (1991) propõe a categorização das atividades investigativas em quatro níveis, de acordo com a tabela 1. O nível 0 corresponde ao laboratório tradicional. No nível 1 o problema e os procedimentos são dados pelo professor por um roteiro, e o aluno fica responsável pela coleta de dados e conclusão. No nível 2, apenas a situação-problema é dada, assim o estudante deve decidir como e quais dados deve coletar e fazer a conclusão a partir deles. Por último no nível 3, o estudante deve fazer tudo, desde a formulação do problema até as conclusões.

Nível de Investigação	Problema	Procedimento	Conclusão
Nível 0	Dados	Dados	Dados
Nível 1	Dados	Dados	Em Aberto
Nível 2	Dados	Em Aberto	Em Aberto
Nível 3	Em Aberto	Em Aberto	Em Aberto

Tabela 1 – Níveis de investigação no laboratório de Ciências.

Borges (2002) demonstra um exemplo de aplicação desses níveis de investigação. Ele sugere uma atividade experimental proposta inicialmente no nível 2. Porém nem todos os estudantes conseguem imaginar um caminho para solucionar o problema e, portanto recorrem ao professor em busca de soluções para os procedimentos. Para esses a atividade foi de nível 1.

Blosser (1988) concorda que professores e pesquisadores devem continuar a estudar o papel do laboratório no ensino de Ciências e propõe um questionamento. Para que finalidade se deve usar o laboratório, sob que condições e com que alunos?

Kempa & Martin-Diaz (1990a, 1990b apud Laburú et. Al. 2003) dividiram os estudantes em quatro padrões. São eles 1) os executores, 2) os curiosos, 3) os cumpridores de tarefas, 4) os sociais. Os sociais preferem atividades em grupo, enquanto cumpridores de tarefas preferem o ensino didático tradicional, com experimentos sustentados por instruções. Os curiosos preferem aprender por livros e fazer mais atividades práticas. Quanto aos executores qualquer estilo lhes é indiferente.

Cachapuz et. al. (2004) em suas orientações para o ensino de Ciências defende um posicionamento pós-positivista sobre a Ciência. Para ele devemos valorizar a índole tentativa do conhecimento científico confrontando a Ciência com o mundo, dinâmico, probabilístico e humano.

Assim como Laburú et. al. (2003) e Blosser (1988), Borges (2002) propõe uma reflexão. O laboratório pode ter um papel mais relevante para a aprendizagem escolar? O que precisamos é encontrar novas maneiras de usar as atividades pratico-experimentais mais criativa e eficientemente e com propósitos bem definidos, mesmo sabendo que isso apenas não é solução para os problemas relacionados com a aprendizagem de Ciências.

A pesquisa - Intervenção Pedagógica

A pesquisa desenvolvida no Colégio Estadual Waldemar Mundim na disciplina optativa Tópicos de Física, durante o período noturno do segundo semestre de 2013, assumiu caráter qualitativo. Estiveram presentes em média 15 alunos do ensino médio com idades variando dos 17 aos 25 anos e a execução do projeto obedeceu à estrutura do laboratório divergente conforme Pinho-Alves (2000): cinco aulas teóricas envolvendo Cinemática, Dinâmica; e uma aula para a realização do experimento

Foi utilizado como modelo teórico o plano inclinado ideal, sem considerar nenhuma perda de energia ou o rolamento da esfera. A construção do aparato experimental é de fácil execução, não necessitando de materiais muito elaborados ou instrumentos de medida difíceis de obter. Embora o aluno manipule durante o experimento um sistema físico real, o modelo ideal adotado será fonte de alto erro experimental. Esse fato possui uma intenção pedagógica. Pretende-se que o aluno reflita sobre o ensino, sobre sua maneira de agir, de modo que o “erro” o ajude a perceber que a Ciência não busca uma verdade absoluta sem levar em conta os percalços durante o estudo do problema.

O aparato experimental foi desenvolvido utilizando sucatas da Universidade Federal de Goiás. Foram produzidos três equipamentos com os seguintes materiais utilizados para a construção de cada aparato experimental foram:

- 2 paralelepípedos de MDF de 1m x 6 cm x 15 mm
- 1 arco de $\frac{1}{4}$ de circunferência de compensado 20 mm
- 1 dobradiça 2”

- 1 esfera de aço revestida de borracha
- 1 parafuso W 1/4" x 3.1/2"
- 2 porcas W 1/4"

Os instrumentos de medida utilizados foram:

- 1 cronômetro digital com precisão de 0,01s
- 1 trena com precisão de 0,01cm

Organizados em duplas, foi proposto um seguinte roteiro para realização do experimento para dez alunos organizados em duplas. A intenção desse roteiro é orientar os alunos a produzir o relatório do experimento já que na escola não é comum a prática de atividade experimental vinculada com a produção de um relatório.

O relatório propôs ao aluno um experimento classificado como nível 2 segundo a classificação elaborada por Tamir (1991) dos níveis de investigação no laboratório de Ciências. Nessa proposta o aluno recebeu o problema de pesquisa, porém foram deixados em aberto os procedimentos experimentais e a conclusão.

Analisando os dados obtidos

Durante as aulas teóricas, como idealizadas por Pinho-Alves (2000), os estudantes realizaram exercícios utilizando o modelo teórico apresentado como preparação para a atividade experimental. Uma forma de introdução e pré-prática do experimento.

Com o intuito de favorecer a participação de todos e o pluralismo metodológico o experimento foi proposto de acordo com o segundo nível de investigação no laboratório de Ciências, Tamir (1991). Nesse caso, o aluno deveria identificar a partir do problema de pesquisa e das ferramentas que ele recebeu, quais procedimentos para executar a tarefa e chegar as suas conclusões.

Estiveram presentes na aula experimental cinco duplas, sendo que apenas três realizaram o relatório completamente, indicando o valor experimental e discutindo os resultados. Uma dupla apenas calculou o valor experimental para a aceleração da gravidade e sem discutir os resultados, analisando o erro experimental, propondo soluções para outras atividades. Enquanto outra dupla não executou o experimento.

Durante a atividade experimental, percebeu-se, a partir da observação participante, que os estudantes estavam preparados para aplicar o modelo teórico ao experimento, pois não houve dúvidas dessa natureza durante a atividade experimental. Entretanto os estudantes não conseguiram medir sem a ajuda do professor/estagiário o ângulo e inclinação do plano inclinado. A intervenção do professor/estagiário foi necessária, pois os estudantes confundiram a medida de um lado de um triângulo isósceles com a medida do cateto oposto e um triângulo retângulo.

Com isso, o experimento proposto de acordo com o segundo nível dos níveis de investigação no laboratório de Ciências, Tamir (1991), foi executado no primeiro nível em razão da intervenção do professor/estagiário, que ajudou os alunos nos procedimentos experimentais.

Analisando os relatórios experimentais anexados a esse trabalho, pode-se perceber que o experimento favoreceu a pluralidade dos alunos. Cada um esteve livre para trabalhar da maneira que mais lhe convinha. Isso favoreceu a categorização dos alunos segundo Pask (1976 apud Laburú et. Al. 2003).

Os estudantes A3/A4 podem ser classificados como Holistas, por realizarem várias medidas,

com diferentes inclinações, testando diferentes hipóteses. Esses estudantes preferiram construir uma visão geral para a resolução do problema. Os estudantes A1/A2 podem ser classificados como Serialistas, por realizarem uma descrição passo a passo do processo. Quanto aos outros por produzirem o relatório de maneira mais simples possível podem ser classificados como executores segundo Kempa & Martin-Diaz (1990a, 1990b apud Laburú et. Al. 2003)

Sobre a variação encontrada na medida da gravidade, dos relatórios retiramos as seguintes citações

A1/A2 - Podemos perceber que houve variação, pois usamos outra medida de ângulo, que não houve atrito entre a esfera e o plano inclinado (no modelo teórico). Poderíamos usar um ângulo menor e por atrito entre a esfera e o plano inclinado

A3/A4 - Percebi que a variação da gravidade foi por causa da dificuldade em contar o tempo e também por não haver atrito no modelo. É preciso melhorar a contagem do tempo e considerar o atrito para reduzir a diferença

A5/A6 – O atrito da bolinha com o trilho e o ar provocaram a diferença do valor encontrado para a gravidade. Temos que considerar o atrito na conta para aproximar o resultado.

Os fragmentos demonstram que os alunos perceberam a fragilidade do modelo teórico em desconsiderar o atrito, uma força que se opõe ao movimento. Além disso, outros fatores foram apontados como responsáveis pelo erro experimental. O retardo em parar o cronometro no instante em que a esfera abandona o trilho foi apontado como a maior dificuldade em medir o tempo. A dificuldade dos alunos em operar a trena causou diferença na medida do ângulo.

Algumas observações dos estudantes sobre a atividade experimental podem comprovar que alguns objetivos propostos por Shulman e Tamir (Travers, org., 1973) foram alcançados. As citações abaixo comprovam a compreensão da natureza da Ciência: inter-relação entre Ciência e tecnologia.

A2 - Ela (experimentação) está presente em todo lugar, inclusive no nosso dia a dia, por exemplo, quando andamos de carro. Para o carro frear por exemplo foram anos de estudo da Física.

A11 - Através da Física temos várias tecnologias que acho necessária para nossa vida.

De maneira geral os estudantes ressaltaram o experimento como algo motivador. Uma proposta diferente do padrão tradicional. Isso demonstra que o experimento é capaz de promover mais um objetivo: atitudes como curiosidade, interesse.

A5 - Achei muito interessante o experimento, pois nessa escola nunca tinha feito e o ensino foi bem simples e fácil de entender.

A3 - Usou experimentos, diversificou as aulas, apesar de pouco tempo.

A observação do professor/estagiário pode perceber o desenvolvimento de habilidades relacionadas a manipulação do experimento. Os alunos que participaram da atividade

experimental foram capazes de interagir com os instrumentos de medida, investigar o conceito a partir da mudança de variáveis, organizar os dados obtidos e comunica-los no relatório.

Considerações finais

O modelo de ensino tradicional, amplamente utilizado por muitos educadores nas nossas escolas de Ensino Fundamental e Médio, trata o conhecimento como um conjunto de informações que são simplesmente transmitidas pelos professores para os alunos, não resultando em um aprendizado efetivo. Os alunos têm o papel de ouvintes e, na maioria das vezes, os conhecimentos transmitidos pelos professores não são realmente absorvidos por eles, são apenas memorizados por um curto período de tempo e, em geral, esquecidos posteriormente, comprovando a não-ocorrência de um aprendizado significativo. No entanto, cada estudante apresenta uma particularidade, e analisar o contexto do aluno, o que o influencia e suas motivações ao estudo, são tarefas comuns a futuros professores. Olhando com uma visão macroscópica, existem diferentes escolas, portanto é preciso se adequar a diferentes metodologias de ensino. Uma metodologia de ensino eficaz na rede pública pode não corresponder aos objetivos da rede privada ou vice e versa.

De acordo com a proposta deste trabalho, buscou-se motivar o aluno por meio da experimentação provocando conflitos em situações em que ele tenha interesse em resolver. Com isso o aluno foi capaz de construir o conhecimento de forma autônoma, pois teve liberdade para interagir com um sistema físico real sem a obrigação de comprovar uma lei ou chegar a resposta certa. Percebeu-se que os estudantes ficaram motivados com a atividade experimental e questionaram o modelo teórico apontando as deficiências e dificuldades dessa atividade.

Considerando que o homem não é um ser perfeito e acabado, mas em constante processo, vemos a possibilidade de utilizar o mesmo aparato experimental com outros enfoques, ampliando o modelo teórico, incluindo a força de atrito e refazendo o experimento, depois disso repetir a experiência considerando as transformações de energia, melhorando o aparato, a didática, ampliando as discussões de modo que o aluno perceba como fundamentado por Cachapuz et. al. (2004) que a Ciência evolui conforme o mundo a sua volta.

Há ainda que ressaltar algumas dificuldades encontradas durante o processo. A experimentação não é comum na escola campo, portanto a falta de prática com a atividade e instrumentos de medida tornam os estudantes dependentes de um roteiro a ser seguido. Mesmo que aulas experimentais dependam de mais planejamento, a perseverança nessa atividade torna os alunos capazes de alcançar maior grau de liberdade em atividades investigativas. Com isso a atividade se torna mais significativa e o conteúdo tão criticado passa a fazer sentido.

O uso do laboratório divergente segundo uma metodologia pluralista proporcionando maior liberdade de ação não é a solução para o ensino, mas pode ser usado como diferencial na educação se for trabalhado de maneira consistente durante os anos de ensino e não somente de forma isolada, pois favorece a autonomia do estudante. Futuramente pode-se propor uma atividade caracterizada como nível 3 segundo Tamir (1991), haja visto que as atividades anteriores forneceram bagagem suficiente para o crescimento dos alunos.

Referências

ARAÚJO, M. S. T. and ADIB, M. L. V. S.. Atividades Experimentais no Ensino de Física:

Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. *Revista Brasileira de Ensino da Física*, 25 (2), 176–194, 2003.

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais: meio ambiente e saúde**. Brasília, MEC/SEF, 1997

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCN+ Ensino Médio: **Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: Ministério da Educação, 2002.

BECKER, F.. Modelos pedagógicos e modelos epistemológicos. *Revista: Educação e Realidade*, Porto Alegre, RS: nº 19, JANEIRO/JUNHO, 1994.

BORGES, A. T.. NOVOS RUMOS PARA O LABORATÓRIO ESCOLAR DE CIÊNCIAS. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n.3: p.291-313, dez. 2002.

BLOSSER, P.E, Matérias em pesquisa de ensino de Física: o papel do laboratório no ensino de Ciências. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, 5 (2): 74-78 ago. 1988.

CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; JORGE, M., Da educação em Ciências às orientações para o ensino das Ciências: um repensar epistemológico. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 3, p. 363-381, 2004.

CUDMANI, L. C.; SANDOVAL, J. S., Modelo físico e realidade. Importância epistemológica de sua adequação quantitativa. Implicações para a aprendizagem. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis,, v. 8, n. 3: 193-204, dez. 1991.

LABURÚ, C.E., ARRUDA, S.M, NARDI, R., Pluralismo metodológico no ensino de Ciências. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 247-260, 2003.

PENA, Fábio Luís Alves; FILHO, Aurino Ribeiro. **Obstáculos para o uso da experimentação no ensino de Física: um estudo a partir de relatos de experiências pedagógicas brasileiras publicados em periódicos nacionais da área (1971-2006)**. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 9, nº 1, 2009.

PINHO-ALVES, J. Regras da Transposição Didática aplicadas ao laboratório didático. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 17, n.2, p. 174-188, 2000.

TAMIR, P. Training teachers to teach effectively in the laboratory. **Science Education**, v. 73, p. 59-70, 1989.

TAMIR, P. Pratical work at school: An analysis of current practice. In: WOOLNOUGH, B. (ed) **Pratical Science**. Milton Keynes: Open University Press, 1991.

TRAVERS, Robert M. ed. **Second Handbook of Research on Teaching**. Chicago: Ranc McNally & Co., 1973.