UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Um Estudo das Tendências em Teses e Dissertações Brasileiras sobre o Laboratório Didático de Física

Autor: Rodrigo Gontijo de Alvarenga
Orientador: Prof. Dr. Dirceu da Silva

Este exemplar corresponde à redação final da Dissertação defendida por Rodrigo Gontijo de Alvarenga e aprovada pela Comissão Julgadora.

Data: 24/02/2005

Assinatura: _____

Orientador

COMISSÃO JULGADORA:

_____

Jorge Megid Neto

_____

_____

_____

Campinas
(2005)

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

© by Rodrigo Gontijo de Alvarenga, 2005.

UNIDADE FE
Nº CHAMADA T/UNICAMP
AL86e
EX
TOMBO BC/ 60557
PROC. 16-86-05
C ☐ D ☒
PREÇO 11,00
DATA 4-IAI-05
Nº CPD
bibid 359431

Ficha catalográfica elaborada pela biblioteca da Faculdade de Educação/UNICAMP

Al86e

Alvarenga, Rodrigo Gontijo de.
Um estudo das tendências em teses e dissertações brasileiras sobre o laboratório didático de física / Rodrigo Gontijo de Alvarenga. -- Campinas, SP: [s.n.], 2005.

Orientador : Dirceu da Silva.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação.

1. Laboratórios de física. 2. Didática. 3. Física – Estudo e ensino. 4. Análise de tendências. 5. Trabalho. I. Silva, Dirceu da. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação. III. Título.

05-23
RP-BFE

RESUMO

Nesta pesquisa, analisamos trabalhos acadêmicos sobre o laboratório didático de Física. Mais especificamente, investigamos a possibilidade de existir algum tipo de tendência ao longo do tempo em dissertações e teses defendidas no Brasil, nas últimas três décadas, que de uma forma ou de outra, abordam o tema laboratório didático de Física. Para isso, tomamos uma amostra composta por 17 trabalhos: 15 dissertações e 2 teses que abordavam esta temática. Estes trabalhos foram analisados qualitativamente buscando identificar as seguintes categorias: Objetivo da pesquisa; Metodologia de pesquisa; Nível de ensino e Conclusões. Tal análise mostrou haver entre os autores a busca por novas metodologias de ensino de laboratório, bem como a comparação com as já existentes, como uma proposta de solução para os problemas de ensino e aprendizagem de Física. Observamos ainda uma forte queda no número desses trabalhos a partir da década de noventa. Tal fato é explicado a partir do advento do paradigma construtivista que coloca o laboratório didático de Física como um recurso coerentemente integrado no processo de ensino e aprendizagem.

2005/6026

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

ABSTRACT

This research focuses on the analysis of academic papers on physics didactic laboratories, more specifically; we have looked into the possibility of the existence of some kind of tendency throughout the time on essays and theses presented in Brazil in the last decades, which in a way or another, focus the subject of physics didactic laboratory. To do so, we considered a sample of 17 papers: 15 essays and 2 theses that focused this subject. These works were qualitatively analyzed in search of an identification of the following categories: Research/Objective Issue; Research Methodology; Teaching Level and Conclusion. This analysis has showed there are a search for new teaching methodologies on laboratories among these authors and also a searching on comparisons among the existent ones as a solution for the problems of physics teaching and learning. We also noticed a strong decline on the number of papers dated back to the 1990's. This is due to the advent of constructivism paradigm, which places physics didactic laboratories as a coherent integrated source on learning teaching process.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 1

2. O PROBLEMA DA PESQUISA E A SUA JUSTIFICATIVA 7

3. METODOLOGIA DE PESQUISA 9

4. ANÁLISE GERAL 11

4.1 Até 1970 11

4.1.1 Um breve histórico a respeito do desenvolvimento do laboratório didático de Física no Brasil 11

4.2 Entre 1971 e 1980 19

4.3 Entre 1981 e 1990 29

4.4 Após 1990 47

4.5 Análise geral 55

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS 59

6. BIBLIOGRAFIA 63

ANEXOS 67

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Amostra de trabalhos no período compreendido entre 1974 e 1979..... 19

Quadro 2 - Comparação entre os trabalhos no período compreendido entre 1974 e 1979..... 24

Quadro 3 - Amostra de trabalhos no período compreendido entre 1981 e 1989..... 29

Quadro 4 - Comparação entre os trabalhos no período compreendido entre 1981 a 1989..... 41

Quadro 5 - Amostra de trabalhos no período compreendido entre 1995 e 1997..... 47

Quadro 6 - Comparação entre os trabalhos compreendidos entre 1995 e 1997..... 53

Quadro 7 - Comparação entre as características da amostra de trabalhos nas três décadas..... 55

Ao Professor Dr. Décio Pacheco (em memória), por representar para mim e para tantos, o orgulho e a humildade de ser professor.

Agradecimentos

Agradeço ao Prof. Dr. Décio Pacheco por ter sido mais que orientador no início deste trabalho. O saudoso "Décião" mostrou-me que ser professor vai além das práticas didáticas, além do quadro negro: aprendi com ele que ser professor é professar aquilo em que se acredita. Ser professor é o prelúdio de outras profissões e por isso requer daquele que leciona, além de competência, muita responsabilidade, consciência e amor.

Agradeço com a mesma intensidade ao Prof. Dr. Dirceu da Silva, que além de mostrar-me o caminho com conhecimento de causa e inteligência, deu-me confiança e estima para continuar a trabalhar nesta pesquisa. Dirceu é amigo e muito humano! Esteve sempre do meu lado e sempre me apoiou em momentos difíceis, como a doença e posterior falecimento de minha mãe Neyde Gontijo, e do meu tio Naylor Gontijo (ambos professores), durante o desenvolvimento desta pesquisa.

Agradeço a todos membros do CECOC, em especial ao Prof. Dr. Jorge Megid, pela paciência, orientação e sugestões de busca dos trabalhos analisados nesta pesquisa. Além disto, agradeço, não só ao Jorge, mas também aos outros professores que compuseram a banca de minha qualificação, cujas sugestões contribuíram imensamente neste processo: Prof. Dr. Hilário Francalanza e Prof. Dr. Sérgio Ferreira do Amaral. Sempre me lembrarei da postura de cavalheiros destes senhores.

Obrigado, do fundo do coração, por todo apoio, pelas observações que contribuíram imensamente para o desenvolvimento deste trabalho e principalmente pela amizade e companheirismo dos "Sputniks" (companheiros de viagem): Jomar, Fernanda, Jurandyr, Polinho, Cris (esposa e namorada) e Karina (filha e aluna). Sem esses amigos, eu ainda estaria na estação de partida comprando a passagem.

"A questão que minha mente formulou foi respondida pelo radiante céu do Brasil."

(Albert Einstein, 1879 – 1955)

1. Introdução

Nas últimas décadas, o laboratório didático de Física tem sido amplamente discutido. Por um lado, existe a idéia de que o ensino de laboratório é fundamental para a aprendizagem de Física, uma vez que esta é uma disciplina que tem fortes laços experimentais (Michael & Fowler, apud Schmidt 1995; Gonçalves, 1979; Renner & Lawson, apud Schmidt 1995, Passos, 1981). Nesta visão, Passos (1981) afirma que grande parte dos professores de Física entende que o trabalho experimental é muito importante para a aprendizagem desta disciplina. Justificando esta idéia, temos quatro citações onde nitidamente há afirmações sobre a relevância do laboratório:

> *"É no laboratório e somente no laboratório que o estudante pode vivenciar a Física como na realidade ela é" (Michael & Fowler, 1973, apud Schmidt, 1995).*

> *"O trabalho de laboratório é explorado como elemento de aprendizagem e fonte de motivação, uma vez que, esse tipo de exercício experimental dá sentido real e concreto às definições e conceitos apresentados no livro texto (...)" (Oliveira et al, 1998).*

> *"Os professores de Ciência, em particular de Física, têm um veículo a seu comando capaz de um envolvimento ativo do estudante. Este veículo é o Laboratório". (Renner, Lawson, 1973 apud Schmidt, 1995).*

> *"Embora modelos e teorias tenham um papel fundamental no desenvolvimento da Física e até indiquem caminhos para a experimentação, ela é, basicamente, uma Ciência experimental. Ou seja, apesar de que a geração de novas idéias em Física envolva uma certa dose de raciocínio puro; no fundo, as questões cruciais só podem ser respondidas no laboratório" (Gonçalves, 1979).*

Assim, apesar de algumas dessas afirmações nos parecerem um pouco exageradas, como a de Michael & Fowler; elas revelam que se acredita que o laboratório didático exerce um papel importante no processo educacional desta Ciência e, portanto, deve estar presente no ensino desta disciplina. Pois, para esses autores, o trabalho experimental permite uma aproximação com a realidade, conseguindo um

maior envolvimento dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem (Schmidt, 1995), à medida que ilustra a teoria apresentada no livro texto (Oliveira, 1998).

Também defendendo a relevância das disciplinas experimentais nos cursos de Ciências, porém partindo de uma abordagem mais cognitivista, Barbosa (1999) explica:

> *"(...)A utilização da metodologia de ensino experimental, como o aqui proposto, propiciará a aproximação do ensino com a própria estrutura da Física, que é basicamente experimental (...). A utilização de experimentação dentro de uma abordagem construtivista se apresenta como uma metodologia mais eficiente que a tradicional (aulas expositivas). Além disso, tornaram-se evidentes mudanças conceituais: os alunos evoluíram de suas concepções espontâneas para conceitos científicos (...). O ensino ministrado em laboratório – ensino experimental – deve ser usado não como um instrumento a mais de motivação para o aluno, mas sim como um instrumento que propicie a construção e aprendizagem de conceitos e modelos científicos (...). (Barbosa, 1999)*

Para este autor, os benefícios das atividades experimentais residem no fato de permitirem que os estudantes revejam suas pré-concepções sobre Ciências, procurando melhorá-las.

Por outro lado, discordando das idéias apresentadas anteriormente, percebemos, como veremos posteriormente, que desde o início dos anos setenta - quando são estudados e discutidos os vários tipos de laboratórios didáticos - até a década de noventa - quando começa a diminuir o número de dissertações sobre o laboratório didático - várias publicações apresentaram críticas, cada vez mais sérias, sobre a importância do laboratório didático.

Por exemplo, algumas publicações (Clakson e Wright, 1992; Stake e Easley, 1978; Ingelsrud e Leonard, 1988; Lederman, 1992; Reif e St. John, 1979; Tamir e Lunetta, 1979 e 1981; Tobin, 1986 e White, 1979) afirmam que o laboratório didático não é tão importante assim, criticando seus objetivos, ou sua eficácia, ou mesmo o seu papel no contexto educacional, da mesma forma que outras publicações (Pickering,

1980; Toothacker, 1983 e Thijs e Bosch, 1995) chegam a afirmar que o laboratório didático é dispensável. (Barberá e Valdés, 1996).

Autores como Driver (1985), White (1991) e Watson et al (1995) vieram a desconstruir o discurso de que as aulas experimentais poderiam contribuir para uma mudança conceitual dos alunos, afirmando que mesmo após a realização dos experimentos os estudantes continuam a acreditar em suas pré-concepções. Em suas palavras:

> *"Desafortunadamente, não há consenso sobre os objetivos do trabalho prático de laboratório, nem sobre a sua contribuição específica na educação científica. De um ponto de vista construtivista um papel relevante para as aulas de laboratório didático seria a promoção de mudanças conceituais aos alunos, que poderiam trocar suas concepções espontâneas por conceitos científicos mais sofisticados, em relação a fenômenos naturais. Só que isto não nos parece tão simples: Tanto a prática docente como alguns resultados de pesquisa proporcionam evidências convincentes de que as concepções espontâneas perduram após a realização de experiências científicas que as contradizem". (Driver 1985, White 1991, Watson et al 1995, apud Barberá e Valdés, 1996).*

Neste contexto, no final dos anos oitenta e início dos anos noventa surgiram críticas cada vez mais acirradas sobre o ensino experimental. Enquanto alguns autores (Lynch, 1987; Mingúes e Garret, 1991, apud Barberá e Valdés, 1996) afirmavam que não existia clareza a respeito dos objetivos a serem alcançados por este tipo de ensino, outros (Igelsrud e Leonard, 1988; Lederman, 1992; Reif e St. John, 1979; Tamir e Lunetta, 1979 e 1981, apud Barberá e Valdés, 1996) sustentavam a idéia de que mesmo quando tais objetivos conseguiam ser enunciados, esses não eram alcançados.

É neste contexto que Barberá e Valdés (1996), afirmam:

> *"Quanto à definição dos objetivos do laboratório didático, frente a uma grande disparidade de opiniões, hoje nos parece sensato concluir que não há resposta satisfatória. Não há consenso quanto à classificação de tais objetivos por parte da coletividade dos professores, dos pesquisadores da área e dos responsáveis por elaboração de currículos. Na concepção atual*

do ensino de Ciências, que procura sintetizar princípios de psicologia educacional e epistemologia da Ciência, os objetivos do laboratório didático continuam imprecisos. Assim, hoje, quando se pergunta aos professores sobre a base que fundamenta a crença de que o laboratório didático é uma ferramenta imprescindível para o ensino da Ciência, continuamos ouvindo uma grande variedade de respostas, muitas simplistas e algumas idênticas àquelas que eram proferidas no auge do paradigma do Laboratório por Descoberta" (Tobin, 1986, apud Barberá e Valdés, 1996)

Assim, passou-se a denunciar que o ensino experimental possui baixa eficiência não colaborando de maneira efetiva para a melhoria do processo educacional, pois os efeitos de tal ensino nos estudantes a longo prazo mostraram-se pouco relevantes (NRC, 1990; Clakson e Wright, 1992; Barberá e Valdés, 1996).

De acordo com Barberá e Valdés (1996), alguns autores (Kyle et al., 1979; Qualter et al; 1990, Tamir, 1977; Tamir e Garcia, 1992; Tobin, 1986; Tobin e Gallagher 1987) afirmaram que as experiências feitas são do tipo "receitas" para aprender e confirmar teorias mediante resultados corretos, ao invés de realizarem investigações mais amplas da natureza.

Outro tipo de crítica se refere ao laboratório por redescoberta. Kirshner (1992, apud Barberá e Valdez, 1996) entende ser um grave erro acreditar que, para se aprender Ciências, os estudantes devem trilhar os mesmos passos dos cientistas. Nesta mesma linha, Hodson defende: *"É diferente fazer Ciência, aprender Ciência e aprender sobre Ciência"* (Hodson, 1992, apud Barberá e Valdés, 1996). Suas críticas vão além, afirmando que acreditar no laboratório por redescoberta é perigoso, pois os estudantes podem vir a acreditar que os passos seguidos pelos cientistas são sempre os mesmos, reforçando a idéia de que Ciências são formadas por um corpo de conhecimentos verdadeiros e imutáveis (Hodson, 1992; apud Barberá e Valdés, 1996).

Além dessas críticas, segundo Barberá e Valdés (1996), outros autores também afirmam que o ensino experimental é uma perda de tempo (Pickering, 1980; Toothacker, 1983) e que os métodos experimentais têm a mesma eficiência dos métodos tradicionais de ensino (Clackson e Wright, 1992). Ou ainda, que os métodos experimentais são menos eficientes quando comparados com quaisquer outros (Thijs e

Bosch, 1995); além disso, pode parecer que o único valor das atividades experimentais é a aquisição de técnicas de medições e de habilidades manuais. Porém, várias pesquisas têm sido feitas para justificar esses resultados ruins. Uma justificativa que sobressai é a de que os instrumentos de medida para avaliar a importância do laboratório didático têm sido inadequados.

Para Barberá e Valdés, muitos dos trabalhos publicados sobre o descrédito do laboratório didático carecem de:

a) Uma descrição detalhada do tipo de prática que se realiza no referido laboratório pesquisado;

b) Uma melhor descrição das variáveis que podem afetar o próprio instrumento de medida utilizado;

c) Uma melhor descrição dos objetivos pretendidos tanto para a atividade experimental como para a investigação pedagógica em questão.

A leitura dos resultados desses trabalhos produz uma idéia vaga e generalizante, freqüentemente negativa, quanto à eficiência do laboratório didático no ensino de Ciências. Idéia essa que se ajusta bem ao sentimento geral compartilhado por muitos professores e alunos. Por outro lado, esse tipo de trabalho não aponta para possíveis soluções, já que os problemas não são adequadamente definidos. Dos anos oitenta para cá, a maioria das pesquisas sobre o tema se ocupa em falar mal do laboratório didático, apesar de continuarem afirmando, de uma maneira geral, que ele é uma ferramenta imprescindível para o ensino de Ciências. (Barberá & Valdes,1996)

Nesta tentativa de explicar a crise temática sobre a importância do laboratório didático, Barberá e Vadés (1996) concluem que há necessidade de realização de pesquisas mais profundas sobre o tema devido à sua relevância. Em suas palavras:

"Talvez estejamos confundindo os métodos de investigação que tratam de obter dados sobre a eficiência do trabalho prático no ensino de Ciências com a avaliação educativa que os professores responsáveis em introduzi-lo no currículo escolar devem realizar com ele. (...) Cabe repetir o final endêmico de todos os informes que tratam o trabalho prático no Ensino de Ciências: fazem-se necessárias muito mais e melhores investigações sobre esse tema que é considerado crucial por todos nós que estamos envolvidos, de uma forma ou de outra, em transmitir às novas gerações a herança cultural que denominamos Ciência".

Fundamentado nesta necessidade, este trabalho pretende analisar as propostas para o uso do laboratório didático de Física que foram apresentadas sob a forma de dissertações ou de teses brasileiras, com vistas a identificar similaridades relevantes comuns entre essas, ao longo do tempo. Ou seja, estamos à busca de tendências; e acreditamos que a identificação destas seja um ponto de partida para outras pesquisas que pretendam desvelar questões intrigantes, como a importância do laboratório didático.

2. O Problema da Pesquisa e a sua Justificativa

O ponto central desta pesquisa é a busca de alguma tendência geral ou algum tipo de convergência nas dissertações ou nas teses que abordam o laboratório didático de Física. Acreditamos, então, que a descoberta de tendências poderia ser um ponto de partida para novos trabalhos que visassem responder a novos questionamentos sobre o laboratório didático. Não temos a intenção de responder a perguntas específicas, mas sim, identificar tendências comuns entre os referidos trabalhos.

Dessa forma, neste trabalho, estamos interessados em identificar se existe algum tipo de tendência, ao longo do tempo, em dissertações ou em teses defendidas em universidades brasileiras, nas quais seus autores apresentam, explicita ou implicitamente, algum tipo de proposta de uso do laboratório didático de Física, seja para o ensino médio ou para cursos superiores.

3. Metodologia de Pesquisa

Para que possamos responder ao nosso problema de pesquisa, anteriormente explicitado, passaremos a explicar a metodologia que nos norteou em nossa pesquisa.

Neste trabalho, utilizamos uma amostragem por conveniência tendo como critérios de seleção dissertações e teses brasileiras que apresentassem uma proposta de uso do laboratório didático no ensino de Física no nível médio ou superior. Não incluiremos neste trabalho teses ou dissertações que se restringem à Astronomia ou que usam computadores como equipamento de laboratório ou que proponham simulações com *softwares*, por caracterizarem, a nosso ver, outro nicho de trabalhos mais voltados para esses elementos do que o Ensino experimental clássico.

Como fonte de informações, valemo-nos do banco de dados e da biblioteca do CEDOC (Centro de Documentação em Ensino de Ciências) da Faculdade de Educação da Unicamp. Dentro deste contexto, fizemos uma seleção prévia através da leitura dos resumos desses trabalhos: descartamos aqueles que após uma leitura parcial ou integral de seu texto original mostraram-se não pertinentes ao nosso estudo e convergimos finalmente a quinze dissertações de mestrado e duas teses de doutorado, situadas entre o período de 1974 a 1997. Buscamos ainda outras fontes de informação: o banco de teses da CAPES e o da Universidade de Brasília. Nesses, conseguimos localizar, na maioria dos casos, textos que encontrávamos de forma integral no CEDOC; porém, de outros trabalhos, só conseguimos ter acesso aos resumos.

Durante a leitura integral de cada trabalho, procuramos identificar as seguintes categorias: o seu objetivo de pesquisa, ou quando não explicitado buscamos seus objetivos; o nível de ensino; a metodologia de pesquisa utilizada; e as conclusões. De posse destas informações, procuramos organizá-las em quadros como uma tentativa de comparar essas categorias e identificar possíveis tendências ao longo do tempo. Assim, optamos por realizar a análise dos dados coletados década a década. Ou seja, nos períodos: até 1970; de 1971 a 1980; de 1981 a 1990 e após 1990, conforme discorreremos no capítulo seguinte.

4. Análise Geral

Apresentamos neste capítulo nossa análise geral, subdividida em períodos, ou seja, década a década. Assim, buscamos analisar os trabalhos existentes até 1970; entre 1971 e 1980; entre 1981 e 1990 e após 1990.

4.1. Até 1970

O primeiro trabalho encontrado, envolvendo o laboratório didático de Física, foi uma tese defendida em 1974. Não localizamos dissertações ou teses defendidas em qualquer Instituto de Ensino Superior do Brasil que abordasse o referido tema antes desta data. Essa ausência pode ser explicada por Lima (2003), ao enfatizar que o primeiro curso de pós-graduação *stricto sensu* teve início no Brasil na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro no ano de 1965. Este autor explica ainda que as primeiras dissertações de mestrado só começaram a ser defendidas no início dos anos setenta.

Para que o leitor possa entender o que foi realizado em termos de Ensino no que tange ao laboratório didático de Física no Brasil, antes do referido primeiro trabalho de 1974, apresentamos aqui um breve histórico a respeito disso.

4.1.1. Um breve histórico a respeito do desenvolvimento do laboratório didático de Física no Brasil.

Quando nos propusemos a fazer este resgate histórico sobre o Laboratório Didático de Física no Brasil, nos deparamos com influências de diversos tipos na maneira como este laboratório era concebido e usado. Tais influências eram provenientes de conjunturas sociais, fossem estas nacionais ou não. Frente a tal realidade, por muitas vezes nos guiamos pelo trabalho *"O Professor e o Currículo das Ciências"* de Myriam Krasilchik (1987). Neste trabalho, nos é apresentado um estudo

sobre a evolução histórica do ensino de Ciências das décadas de 50, 60, 70, 80 e 90, que se encontra resumido no Anexo II. Porém, como a essência do trabalho de Krasilchik não era o laboratório didático de Física, mas sim, o currículo de Ciências, nós tivemos que buscar por outras fontes de informação, como o trabalho de Schmidt (1995), o de Ferreira (1978), o de Bross (1990) e os bancos de dados da USP, da UFSC e da UESF, conforme apresentaremos a seguir.

Segundo Schmidt (1995), Ana Maria M. Bross apresentou em 1990, na sua dissertação de mestrado "Recuperação da Memória do Ensino Experimental de Física: produção, utilização, evolução e preservação dos equipamentos", uma identificação de três grandes períodos do laboratório didático da Física: a Era das Máquinas, a Era dos Kits e a Era da Sucata. A Era das Máquinas compreende o final do século XIX até os anos quarenta. Neste período, pelo menos no Brasil, o laboratório didático era apenas demonstrativo: o professor utilizava "máquinas" prontas, que eram arranjos experimentais de alto custo econômico. O objetivo era possibilitar aos alunos a observação de fenômenos físicos, com o intuito de comprovar a teoria vista anteriormente.

Segundo Hamburger (2002), na década de cinqüenta o ensino de Ciências no Brasil ainda possuía uma característica livresca e de memorização. Porém, é nessa época que surge uma tendência a se enfatizar o raciocínio e as atividades experimentais científicas, com a participação ativa dos alunos. Tal mudança de postura educacional foi um reflexo das conseqüências da Segunda Guerra Mundial. Segundo Krasilchick (1987), o desenvolvimento industrial e tecnológico decorrente das necessidades bélicas não poderiam deixar de influenciar e provocar choques no currículo escolar, ao menos nos países que estavam saindo da conflagração e que precisaram durante o conflito desenvolver recursos bélicos. Os cientistas viam no campo educacional uma importante área de atuação e influência.

Devido a isso, uma mudança no ensino de Ciências se configurava, porém alguns autores, como Hamburger (2002) e Krasilchik (1987), invocam como marco decisivo dessa mudança o lançamento do satélite Sputnik, em 1957, pela então União Soviética.

Neste momento de "*crise do ensino de Ciências*" segundo Hurd (1961 apud Krasilchik, 1987) e frente à surpresa do lançamento do primeiro satélite artificial, que expressava o avanço tecnológico soviético, o governo dos EUA admitiu as críticas que eram então feitas ao sistema educacional, semelhantes àquelas que eram feitas no Brasil, e investiu esforços e grandes somas em dinheiro no desenvolvimento de currículos e projetos educacionais (Hamburger, 2002). Foi assim que surgiram os chamados grandes projetos de ensino de ciências.

No que se refere aos projetos que envolviam o laboratório didático de Física, podemos citar:

- O PSSC: "Physical Science Study Committee" – Primeiro projeto de ensino médio que apresentava os últimos avanços da Física, particularmente os da Física Nuclear. teve início um ano antes do lançamento do Sputinik, em 1956, porém teve a sua implementação através de testes em escolas norte-americanas entre 1957 e 1960. Notoriamente, o curso incentivava a experimentação:

  > *"Além do livro-texto existem, estreitamente correlacionados, um guia de laboratório e um conjunto de aparelhos modernos e baratos, um grande número de filmes testes padronizados; uma série crescente de publicações preparadas por expoentes nos respectivos campos e um extenso livro do professor, diretamente ligado ao curso".* PSSC (1976)

- O IPS: Projeto para a Introdução à Física, destinado a estudantes da escola primária.

Segundo Hamburger (2002) e Caniato (1974), o PSSC revelou-se de difícil aplicação em escolas brasileiras devido à realidade social, econômica e educacional de nossas escolas e ao difícil treinamento que o projeto exigia dos professores. Porém, segundo Hamburger (2002), tais dificuldades também foram encontradas pelos educadores norte-americanos na maioria de suas escolas.

Segundo Krasilchik (1987), no Brasil, o movimento institucionalizado em prol da melhoria do ensino de Ciências, antecedeu o dos norte-americanos. Sob influência do Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova de 1932, no início dos anos cinqüenta

organizou-se em São Paulo, no IBECC (Instituto Brasileiro de Educação, Ciências e Cultura) sob a liderança de Isaias Raw, um grupo de professores universitários visando a melhoria do ensino de Ciências. Entre outras propostas, eles miravam a autonomia dos alunos para participarem ativamente do processo de aquisição de conhecimentos e o que chamavam de "aprender fazendo".

Segundo Bross (1990 apud Schmidt, 1995), na Era dos "Kits" (anos cinqüenta e parte dos anos sessenta) passou-se a privilegiar a montagem dos experimentos de Física pelos alunos. Segundo a autora, nesta época observou-se uma "mudança radical" na postura sobre o ensino experimental de Física, pois surgiram propostas mais abertas que substituíram as propostas do laboratório tradicional, que se caracterizava principalmente pelas aulas demonstrativas.

No início dos anos sessenta, que foram marcados pela instabilidade da Guerra Fria e pelas transformações políticas da época, surgiu a necessidade educacional da formação do cidadão. Segundo Krasilchik (1987):

> *"Neste período, os grandes projetos passaram a incorporar mais um objetivo – permitir a vivência do método científico como necessário à formação do cidadão, não se restringindo mais apenas à preparação do futuro cientista. (...) Começava-se, assim, a se pensar na democratização do ensino destinado ao homem comum, que tinha que conviver com o produto da Ciência e da Tecnologia e do qual se requeria conhecimento, não apenas como especialista, mas também como futuro político, profissional liberal, operário, cidadão enfim."*

Foi nesta época que vários grupos de educadores, cientistas, professores, pedagogos, psicólogos, entre outros profissionais, começaram a se reunir e propor novas diretivas para o ensino de Ciências, visando a formação do cidadão, de acordo com as realidades sociais de cada região brasileira. Alguns desses grupos se transformaram em Centros de Ciências, como o Cecierj no Rio de Janeiro, o Cecisp de São Paulo, o Cecipe de Pernambuco, o Ceciba da Bahia, o Cecimig de Minas Gerais e o Cecirs do Rio Grande do Sul. Estes centros tiveram a participação e incentivo do Ministério da Educação em sua fundação e entre outras atividades, treinavam

professores em serviço e os encorajavam a exercer atividades experimentais em sala de aula.

Além de dar origem a esses Centros de Ciências, o citado movimento deu origem a projetos, como, por exemplo, O Projeto Piloto de Ensino de Física, que com apoio da UNESCO, reuniu professores de vários países latino-americanos, da Suécia e dos EUA, para criarem o que denominaram "Ensino Programado" e atividades experimentais sobre a luz. Um outro projeto que surgiu nesta época, porém não com um enfoque experimental, mas sim, voltado para aspectos históricos e filosóficos da Física, foi o Harvard Project Physics.

No final da década de sessenta, Bross (1990, apud Schmidt, 1995), identifica o início da Era da Sucata. Segundo a autora, devido ao grande afluxo de alunos para a escola e a escassez de material experimental nos laboratórios didáticos de Física, várias propostas envolvendo o uso de restos de materiais industriais ou materiais baratos e descartáveis surgiram. Isso, além de solucionar o problema citado, impedia a volta do laboratório por demonstração, mantendo uma atitude ativa do educando no laboratório. O uso de "sucata" continua sendo praticado por professores em sala de aula e ainda hoje serve de auxilio para pesquisadores da educação. Como exemplo, temos o recente trabalho de Faustino. (2000): *As concepções espontâneas sobre luz, visão e imagem: caso da câmara escura.*

No meados dos anos setenta, inspirados pelos projetos internacionais de ensino de Física, surgem no Brasil os primeiros projetos nacionais para o ensino de Física, como o PEF, o FAI e o Projeto Brasileiro para o Ensino de Física.

Em 1974 foi publicado o FAI (Física Auto-Instrutivo) pelo GETEF – Grupo de Estudos em Tecnologia de Ensino de Física. Ainda naquele ano, surge o Projeto Brasileiro para o Ensino de Física, de Rodolpho Caniato. Este foi o primeiro projeto brasileiro para o ensino de Física apresentado sob a forma de uma tese, como veremos na próxima seção. Em 1975, foi publicado O PEF – Projeto de Ensino de Física.

Esses projetos tinham pontos em comum: todos propunham a experimentação em Física usando materiais de fácil acesso e baixo custo, preocupavam-se com uma postura ativa do estudante, além de fomentarem o trabalho em grupo. Vejamos um trecho do PEF: "*Para realizar a experiência que vamos propor, é necessária a participação de pelo menos 5 alunos. Se você estiver trabalhando em grupo, faça-o com os elementos desse grupo; caso contrário, convide quatro colegas.*" – PEF, pág. 2-8, vol. 3 – Medidas de Tempo.

Em 1978, em sua dissertação de mestrado, "*Proposta de Laboratório para a Escola Brasileira – Um Ensaio sobre a Instrumentação no Ensino Médio de Física*", Norberto Ferreira classificou o laboratório didático de Física segundo os tipos existentes, propostos ou praticados até então. Abaixo, apresentaremos sucintamente cada tipo apresentado na taxonomia daquele autor.

Laboratório de Demonstração: conhecido também como laboratório de cátedra, este tipo de atividade é caracterizado pelo baixo nível de envolvimento do aluno com a experiência em questão, uma vez que a experiência é apenas demonstrada ao aluno.

Laboratório Tradicional: o aluno encontra o experimento montado e preparado em uma bancada; realiza e repete medições pré-estabelecidas em um roteiro, observando o fenômeno; analisa os dados e apresenta suas conclusões em forma de um relatório. Este tipo de laboratório prima pelo método científico.

Laboratório Divergente: a classe obedece a uma seqüência comum de procedimentos, definida pelo professor, em seguida cada aluno opta por um tema de seu interesse para se aprofundar. É um tipo de laboratório intermediário entre o tradicional e o aberto ou de projetos, como veremos a seguir.

Laboratório Aberto ou de Projetos: assemelha-se ao divergente, porém o aluno tem flexibilidade de horário de trabalho. Para isto, cada aluno deve elaborar um cronograma de tarefas, contendo o assunto a ser abordado e suas estratégias.

Laboratório à Disposição do Aluno: também conhecido como laboratório de corredor; de prateleira de demonstração; biblioteca de experimentos; ou ainda, como "Walk-in laboratory" é menos formal que os anteriores e pressupõe haver uma iniciativa do aluno em desenvolver suas atividades experimentais de forma autônoma.

Laboratório por Redescoberta: também conhecido como laboratório por descoberta, deixa, à disposição do aluno, vários equipamentos e lhe apresenta situações que podem levá-lo à redescoberta de leis que regem fenômenos físicos.

Um outro tipo de abordagem que se observa nos anos setenta é a comparação entre o laboratório estruturado e o não estruturado. Este foi apresentado no trabalho de Gonçalves (1979) e trata-se do nível de estruturação apresentada ao aluno ou requerida deste. Guardando ressalvas, qualquer dos tipos de laboratório apresentado acima, desde o tradicional ao aberto, pode ser estruturado ou não. Quanto mais detalhado o roteiro da experiência, os procedimentos experimentais, a descrição instrumental, ou as orientações para a confecção do relatório, mais estruturado é o laboratório. As ressalvas quanto à estruturação do laboratório ser excludente do seu tipo se dão porque nos parece fácil imaginar um laboratório por redescoberta que seja estruturado ou não estruturado; porém, é difícil imaginar um laboratório aberto estruturado ou mesmo um laboratório tradicional não estruturado.

De forma geral, percebemos que os anos que precedem a década de setenta são marcados pelos "grandes projetos" de ensino de Física e a grande maioria desses dá uma atenção grande ao laboratório didático, sem questionar a sua importância. Porém, devemos observar pelo Anexo II, que os objetivos curriculares anteriores à década de 70 eram a formação do cidadão, precedida pela formação da elite. Já na época de Caniato (1974), quando o currículo objetivava a formação do trabalhador, havia sérios problemas econômicos na escola pública, agravando-se de acordo com a região, o que justifica o propósito de seu trabalho, cuja proposta era criar a experimentação de baixo custo.

4.2 Entre 1971 e 1980

Para esse período foram encontrados sete trabalhos. Desses, seis são de mestrado e um de doutorado, conforme apresentado no quadro-1 a seguir:

Quadro 1 – Amostra de trabalhos no período compreendido entre 1974 e 1979.

Data	Autor	Tipo de trabalho	Título
1974	Caniato	Tese de doutorado	Um Projeto Brasileiro para o Ensino de Física
1977	Soares	Dissertação de mestrado	Laboratório Didático de Física no Ciclo Básico da Universidade
1977	Salomão	Dissertação de mestrado	Método Laboratorial para o Estudo de Radiações Eletromagnéticas
1977	Galli	Dissertação de mestrado	O Sistema de Instrução Personalizada no Laboratório de Física - Resultados de uma Pesquisa
1978	Ferreira	Dissertação de mestrado	Proposta de Laboratório para a Escola Brasileira – Um Ensaio sobre a Instrumentação no Ensino Médio de Física
1979	Gonçalves	Dissertação de mestrado	Laboratório Estruturado Versus Não-Estruturado: Estudo Comparativo em um Curso de Física Geral
1979	Almeida	Dissertação de mestrado	Introdução às Ciências Experimentais – Análise de Contingências, Programa e Avaliação de Curso.

Caniato (1974) tem por objetivo fazer um diagnóstico do ensino da Física de nível médio no Brasil e propor uma possível solução. Para isso, desenvolve uma pesquisa qualitativa[1], na qual entrevista alunos e professores de Física com a finalidade de investigar se estes conseguem identificar fenômenos físicos e aplicar conceitos da Física para solucionar problemas corriqueiros. A partir disso, propõe um projeto para o ensino de Física. Defende que o ensino das Ciências da natureza deve levar em conta uma condição necessária, mas não suficiente: experimentação em condições próximas da realidade, com baixo custo e adaptadas às varias regiões do país. Este autor conclui que o ensino de Física vai mal: professores e alunos não conseguem identificar

[1] *Pesquisa qualitativa* é aquela que é concebida a partir da compreensão interpretativa da realidade ou de valores de difícil tratamento matemático.

fenômenos e aplicar conceitos de Física para solucionar problemas próximos da realidade. Entende que a solução passa pela experimentação.

Soares (1977), teve como preocupação investigar como os professores de Física entendem o papel, os objetivos e a organização do laboratório didático de Física no terceiro grau. Para isso, este autor realizou uma pesquisa qualitativa de documentos. Ele usou como fonte de informações artigos científicos sobre o ensino de laboratório de Física e documentos normativos. Após estas análises, apresentou recomendações sobre os objetivos do ensino experimental de Física, justificando que a definição dos objetivos do laboratório pode colocar em evidência o que é melhor se ensinar nas aulas teóricas e o que se deve deixar para as aulas experimentais. Defende ainda um ensino experimental que não seja rigidamente estruturado, pois admite que é importante que os estudantes tenham a possibilidade de decidirem sobre os passos que devem ser tomados para a realização dos experimentos. Assim, sustenta que o laboratório para ilustrar a teoria está em conflito com o laboratório para ensinar "a arte da experimentação", pois exigem habilidades, decisões e atitudes diferentes. Além disso, salienta que nas aulas experimentais se deve utilizar materiais simples de modo a evidenciar o máximo o fenômeno a ser estudado, permitindo que os alunos possam decidir sobre os experimentos e procedimentos para realizá-los.

Salomão (1977), em seu trabalho intitulado "*Método Laboratorial para o Estudo de Radiações Eletromagnéticas*", propõe uma metodologia para o ensino de radiações eletromagnéticas na disciplina Física IV da UFRS, com a finalidade de superar as deficiências do ensino tradicional. Por meio de uma pesquisa qualitativa, o autor cria uma metodologia de ensino que chamou de método laboratorial. Neste, a disciplina inicia-se com um conjunto de experimentos apoiados por roteiros estruturados, baseados no ensino por redescoberta. Após a realização de cada experimento, os alunos devem produzir um relatório que também é estruturado por roteiros. Através de livro texto e roteiros (característico do método Keller) de estudo, os alunos devem realizar um estudo individual (instrução individualizada). A seguir, os alunos participam de uma aula com a finalidade de resolver listas de exercícios.

O autor implementa esta disciplina e, ao seu final, solicita que os estudantes respondam a um questionário a fim de levantar as suas opiniões sobre o método laboratorial. Após a análise das respostas dos alunos, o autor conclui que os alunos foram receptivos ao método proposto e que o método laboratorial deve ser utilizado para turmas pequenas (30 alunos). Além disso, sustenta que esta metodologia de ensino pode ser utilizada para ensinar grande parte da Física geral.

Galli (1977), sob o título: *O Sistema de Instrução Personalizada no Laboratório de Física - Resultados de uma Pesquisa*, procurou investigar qual era a diferença no rendimento da aprendizagem dos alunos do laboratório de Física ao receberem as informações que antecedem as experiências através do Sistema de Instrução Personalizada e através de aulas expositivas. Para isso, realiza uma pesquisa quantitativa[2], definindo um grupo experimental e um grupo controle. Compara o rendimento dos dois grupos através de testes estatísticos (U de Mann-Whitney). Como resultado, ao comparar o grupo experimental com o grupo controle, descobre que, para o primeiro, houve redução do índice de reprovação. Assim, propõe que o método investigado seja recomendável para professores que desejam melhorar o rendimento escolar dos alunos, considerados "intelectualmente inferiores". Além disso, diz que esse sistema é válido e pode ser aplicado em outras disciplinas da Física experimental.

Ferreira (1978), em sua dissertação: *Proposta de Laboratório para a Escola Brasileira – Um Ensaio sobre a Instrumentação no Ensino Médio de Física*, procurou desenvolver um conjunto de equipamentos para o laboratório didático de Física para o segundo grau. Para isso, analisou as propostas internacionais para o ensino do laboratório, elaborando uma taxonomia dos tipos de laboratório e propostas pedagógicas. Em seguida, analisou a realidade brasileira no tocante ao ensino de atividades experimentais de Física e as tentativas brasileiras de utilização e adaptação de novas abordagens. Neste contexto, criou um conjunto de equipamentos, utilizando sucatas e materiais de fácil obtenção. Durante a exposição do seu trabalho, a

[2] *Pesquisa quantitativa* é aquela que é predominantemente concebida a partir de da medição de valores algébrica ou estatisticamente mensuráveis.

aparelhagem que compõe cada equipamento é descrita e sua utilização dos módulos como apoio da aprendizagem é justificada. Analisa ainda a interação entre professores, alunos e instrumentos.

A interação entre professor, aluno e equipamentos fez com que os últimos sofressem uma série de ajustes e adaptações. Ou seja, a partir dos relatórios dos alunos, das observações dos professores e da maneira com que estes dois interagiram com os equipamentos, foi possível modificar os equipamentos, buscando a sua melhor adequação aos objetivos do ensino.

Gonçalves (1979), em seu trabalho: *Laboratório Estruturado Versus Não-Estruturado: Estudo Comparativo em um Curso de Física Geral* buscou investigar se haveria diferenças, em termos de aprendizagem de conteúdo, entre uma abordagem estruturada ao ensino de laboratório e uma abordagem não estruturada a esse mesmo ensino. Para isso, desenvolve uma pesquisa quantitativa ao longo de dois semestres.

No primeiro semestre, divide aleatoriamente um grupo de estudantes em duas turmas (G1 e G2). Ao grupo G1, foi aplicado um ensino baseado no método Keller de forma estruturada (com um roteiro detalhado). Ao grupo G2, foi aplicado um ensino baseado no método Keller, mas de forma não estruturada (com um roteiro menor). Já no segundo semestre, uma nova turma de alunos foi dividida aleatoriamente em dois grupos (G3 e G4). Ao grupo G3, foi aplicado um ensino convencional expositivo de forma estruturada. Ao grupo G4, foi aplicado um ensino convencional expositivo, porém não estruturado. Em cada um dos quatro grupos foi aplicado pós-testes que foram utilizados pelo autor para comparar, através do teste t, os grupos G1 e G2. Em seguida, também foram comparados os grupos G3 e G4 estatisticamente.

O laboratório estruturado teve por base o modelo de ensino de Gallagher (1966, apud Gonçalves, 1979), ao passo que o laboratório não estruturado fundamentou-se na posição de Bruner (1976, apud Gonçalves, 1979).

Como resultado desta pesquisa, o autor afirma que não houve diferenças estatisticamente significantes na aprendizagem dos alunos dos grupos G1 e G2. Por outro lado, constatou diferenças estatisticamente significantes na aprendizagem dos alunos entre os grupos G3 e G4 em favor do grupo G3. A partir disso, o autor argumenta que o laboratório estruturado mostrou-se pelo menos tão eficiente quanto o não estruturado em relação à aprendizagem de conteúdo, a partir da atividade laboratorial.

Almeida (1979), em seu trabalho "*Introdução às Ciências Experimentais – Análise de Contingências, Programa e Avaliação de Curso*", realiza um planejamento, elaboração, aplicação e avaliação de um programa de contingências, para alunos de uma disciplina introdutória às Ciências experimentais num curso de licenciatura em Ciências. Para isso, adota a postura de professor – planejador. Assim, o autor, após o levantamento de problemas e dificuldades percebidos em uma disciplina de caráter experimental já existente, faz um re-planejamento e aplica o curso. Para este levantamento de problemas foram utilizadas gravações em áudio e manifestações por escrito dos alunos. Durante a realização deste curso, os alunos executaram várias atividades onde eram avaliados em diversos momentos. Essas avaliações com atribuição de notas foram utilizadas para verificar a eficiência da proposta. O autor conclui que houve uma melhora no índice de aprovação dos alunos e que muitas das tentativas de soluções de problemas educacionais estão além do alcance dos professores. Além disso, os alunos opinaram favoravelmente ao curso.

A seguir, apresentamos o quadro-2 que tenta sintetizar as principais características destes trabalhos com o objetivo de possibilitar uma comparação entre eles. Além disso, é uma tentativa de conseguir observar a existência de algum tipo de tendência nestes estudos. Para isso, observamos as seguintes categorias: Objetivo de pesquisa/objetivos; nível de ensino; metodologia empregada; e conclusões.

Quadro 2 – Comparação entre os trabalhos no período compreendido entre 1974 e 1979

	Carneto (1974)	Soares (1977)	Salomão (1977)	Galli (1977)	Ferreira (1978)	Gonçalves (1979)	Almeida (1979)
Objetivo da Pesquisa	Fazer um diagnóstico do ensino de Física e propor uma possível solução	Como que os professores de Física entendem o papel, os objetivos e a organização do laboratório didático de Física?	Propõe uma metodologia para o ensino de radiações eletromagnéticas, buscando superar as deficiências do ensino tradicional.	Existe diferença no rendimento da aprendizagem dos alunos ao receberem as informações que antecedem as experiências através do Sistema de Instrução Personalizada e através de aulas expositivas?	Desenvolver um conjunto de equipamentos para o laboratório didático de Física.	Haveria diferenças, em termos de aprendizagem de conteúdo, decorrente de uma abordagem estruturada ao ensino de laboratório em comparação a uma abordagem não estruturada a esse mesmo ensino?	Realiza um planejamento, elaboração, aplicação e avaliação de um programa de contingências para alunos de uma disciplina introdutória às Ciências experimentais.
Nível de ensino	Ensino médio	Ensino superior	Ensino superior	Ensino superior	Ensino médio	Ensino superior	Ensino superior
Metodologia empregada	Qualitativa: entrevista alunos e professores de Física. A partir disso, propõe um projeto para o ensino de Física.	Qualitativa	Qualitativa Cria uma metodologia de ensino por redescoberta (método laboratorial) Questionário dissertativo	Quantitativa Estuda grupo experimental e grupo controle Compara o rendimento dos dois grupos através de testes estatísticos	Qualitativa. Analisa a interação entre professores, alunos e instrumentos.	Quantitativa. Faz comparações entre os resultados de quatro turmas, cada uma delas com um tipo de ensino diferente.	Qualitativa. Elabora re-planejamento do curso e o aplica. Utiliza gravações em áudio e manifestações por escrito dos alunos. Durante as atividades, avalia os alunos com atribuição de notas para verificar a eficiência da proposta.
Conclusões	O ensino de Física vai mal: professores e alunos não conseguem identificar fenômenos e aplicar conceitos de Física para solucionar problemas próximos da realidade. Entende que a solução passa pela experimentação.	É importante definir os objetivos. O laboratório para ilustrar a teoria está em conflito com o laboratório para ensinar a "a arte da experimentação", pois exigem habilidades, decisões e atitudes diferentes. Deve-se utilizar materiais simples de modo a evidenciar ao máximo o fenômeno a ser estudado. Os alunos devem decidir sobre os experimentos e procedimentos para realizá-los.	Os alunos foram receptivos ao método laboratorial, o qual deve ser utilizado para pequenas turmas (30 alunos). A metodologia de ensino pode ser utilizada em grande parte da Física geral	Redução do índice de reprovação. O ensino pode ser aplicado em outras disciplinas da Física experimental.	Usou as opiniões e observações coletadas durante a realização dos experimentos para modificá-los buscando a sua adequação aos objetivos do ensino.	Não houve diferenças na aprendizagem dos alunos dos grupos G1 e G2. Houve diferenças na aprendizagem dos alunos entre os grupos G3 e G4 em favor do grupo G3. O laboratório estruturado mostrou-se pelo menos tão eficiente quanto o não estruturado em relação à aprendizagem de conteúdo.	Melhorou o índice de aprovação dos alunos. Muitas das tentativas de soluções de problemas educacionais estão além do alcance dos professores. Os alunos opinaram favoravelmente ao curso.

A partir da análise do quadro-2, podemos perceber, ao compararmos os objetivos da pesquisa desses trabalhos, que existe uma grande preocupação em propor novas metodologias de ensino e compará-las, testando a sua eficácia. Assim, Caniato (1974), após verificar grandes deficiências no ensino da Física, no qual professores e alunos não conseguiam sequer identificar os fenômenos que estudavam, propõe como solução um ensino experimental. Tanto Galli (1977) quanto Gonçalves (1979) estiveram preocupados em comparar metodologias de ensino. Ferreira (1978) desenvolve equipamentos para o ensino experimental e Almeida (1979) desenvolve e implementa uma metodologia de ensino usando o laboratório. Neste conjunto de trabalho, apenas Soares (1977) volta a sua atenção para a visão que os professores têm sobre o ensino experimental. Portanto, a análise dos objetivos da pesquisa desta amostra de trabalhos da época de 1971 a 1980 pode ser caracterizada por apresentar, de maneira geral, uma busca por metodologias de ensino para o ensino experimental da Física.

A categoria "Nível de ensino" mostrou que a amostra de trabalhos investigada da década de setenta tinha uma grande preocupação com o ensino superior, seguido pelo ensino médio. Portanto, encontramos cinco trabalhos focados no ensino superior (Soares, 1977; Galli, 1977; Gonçalves, 1979; Salomão, 1979; Almeida, 1979), e dois voltados para o ensino médio (Caniato, 1974; Ferreira, 1978). Ao compararmos as metodologias utilizadas pelos autores para a realização dos seus trabalhos, notamos que, de maneira geral, o conjunto de trabalhos estudados é caracterizado por metodologias de pesquisa qualitativa. Exceções foram apenas os trabalhos de Galli (1977) e Gonçalves (1979).

Caniato (1974) entrevista professores e alunos. Ferreira (1978) observa a interação entre alunos, professores e o equipamento sob o qual tinha interesse em melhorar. Salomão (1977) elabora um questionário dissertativo para investigar seus alunos. Almeira (1979), ao implementar seu curso, realiza gravações em áudio e coleta as respostas dos alunos por escrito a partir das atividades propostas. Já Soares (1977) realiza uma pesquisa documental, elegendo como fonte de dados artigos científicos e documentos normativos sobre o ensino de Ciências.

Exceções foram os trabalhos de Galli (1977) e o de Gonçalves (1979) que trabalharam com um grupo experimental e um grupo controle. Eles coletaram dados desses grupos através de questionários que geraram informações as quais, tratadas estatisticamente, possibilitaram aos autores obter suas conclusões.

Como o nosso objeto de estudo restringe-se às teses e dissertações brasileiras que abordam de alguma maneira o laboratório didático de Física, e não aos empenhos realizados antes dessas, que foram citados na seção 4.1.1, a nossa análise das conclusões se reduz aos referidos trabalhos acadêmicos. Assim, esta análise inicia-se com a constatação de Caniato (1974) de que o "ensino de Física vai mal". Este autor denuncia que tanto alunos como professores não conseguem identificar os fenômenos que estudam e nem usar os conceitos para a resolução de problemas. As conclusões das investigações que sucederam este trabalho revelam duas grandes tendências. A primeira é polêmica: enquanto Soares (1977) defende um ensino experimental que não seja rigidamente estruturado, no qual os alunos possam tomar decisões ao longo do processo de realização das atividades; Gonçalves (1979) afirma que, como resultado das suas pesquisas, o laboratório estruturado tem a mesma eficiência do laboratório não estruturado.

A segunda tendência é a defesa que os autores fazem de suas metodologias de ensino. Assim, de maneira unânime, Salomão (1977), Galli (1977) e Almeida (1979) afirmam que os alunos gostaram da metodologia de ensino empregada e que o índice de reprovação diminuiu. Neste contexto, Ferreira (1978) apenas afirma que a partir da interação dos alunos com os professores e os equipamentos que o autor havia desenvolvido foi possível melhorar os equipamentos.

Desta forma, percebemos uma falta de consenso, pois enquanto alguns autores (Salomão, 1977; Galli, 1977; e Almeida, 1979) afirmam que sua metodologia de ensino é eficiente, outros provam que o laboratório estruturado e o não estruturado têm a mesma eficiência (Gonçalves, 1979). Além disso, também existem aqueles que demonstram a supremacia do laboratório não estruturado sobre os demais (Soares,

1977). Talvez o único ponto de concordância entre esses autores é a idéia de que o ensino experimental é muito importante para o ensino da Física.

4.3 Entre 1981 e 1990

Para o período compreendido entre os anos de 1981 e 1990, encontramos oito trabalhos compatíveis com nossa delimitação inicial, sendo sete dissertações e uma tese, conforme é apresentado no quadro-3:

Quadro 3 – Amostra de trabalhos no período compreendido entre 1981 e 1989.

Data	Autor	Tipo de trabalho	Título
1981	Passos	Dissertação de mestrado	Um Estudo Sobre o Ensino de Laboratório em Nível Universitário Básico
1984	Santos	Dissertação de mestrado	Um Estudo Sobre o Ensino de Laboratório de Física em Escolas de Segundo Grau de Porto Alegre
1985	Carrasco	Dissertação de mestrado	Laboratório de Física: Uma Análise do Currículo e da Aprendizagem
1985	Pacheco	Tese de doutorado	Experimentação e Conhecimento: Da Interação com um Fenômeno ao Estabelecimento de Regularidades – Um problema de Iniciação à Física do Segundo Grau
1987	Silva	Dissertação de mestrado	O uso de Materiais Simples do Meio Ambiente no Ensino Experimental da Física e seu Efeito na Aprendizagem
1989	Vaz	Dissertação de mestrado	Estrutura e Função do Laboratório
1989	Gadioli	Dissertação de mestrado	Atualização de Professores de Física em Serviço – Subsídios para um Programa

Passos (1981), em seu trabalho: "Um Estudo Sobre o Ensino de Laboratório em Nível Universitário Básico", busca uma confirmação dos resultados dos trabalhos de Moreira (1977-1980). Ou seja, procura responder a seguinte questão: *Haveria diferença, em termos da aprendizagem da "estrutura" de um experimento, decorrente de uma abordagem ao ensino de laboratório que se enfatiza aspectos dessa estrutura em comparação a uma abordagem programada tradicional?*

Para isso, elabora uma pesquisa quantitativa, aplicada a quatro experimentos que haviam sido propostos por Moreira (1977-1980) a dois grupos de alunos: um grupo controle e um grupo experimental. Após a realização de cada experimento, baseado no sistema de instrução personalizada (método Keller), os alunos foram avaliados através de entrevistas, nas quais para cada aluno foi atribuída uma nota de 0 a 4 pontos para

cada questão. O grupo controle seguiu um guia de laboratório com instruções de procedimentos detalhados. Já o grupo experimental utilizou uma organização seqüencial baseada na teoria de aprendizagem de Ausubel (os alunos ficavam livres para escolherem os procedimentos para a execução do experimento). Os dados foram tratados estatisticamente, comparando os resultados do grupo controle e experimental através do teste t.

O autor aprimora o guia de laboratório e parte para uma nova etapa: em um novo semestre, aplica um ensino convencional e expositivo a dois novos grupos de alunos: controle e experimental. Agora o grupo controle utilizou o mesmo guia de laboratório do grupo controle anterior, ao passo que o grupo experimental utilizou o guia de laboratório otimizado. Nesta nova etapa, a avaliação foi realizada através de testes escritos.O autor atribui notas às respostas dos alunos e trata os dados estatisticamente utilizando o teste t.

Como resultado, descobriu-se que, para os primeiros dois grupos de alunos, não há diferenças entre os grupos controle e experimental no que se refere ao desempenho dos alunos. Já nos outros dois grupos de alunos, o grupo controle teve escores significativamente mais elevados que o grupo experimental. O autor atribuiu este resultado (inesperado, segundo ele), ao fato de que o professor do grupo controle atribuiu o mesmo peso aos testes do laboratório e ao da prova teórica; ao passo que o professor do grupo experimental só considerou a média do laboratório dos alunos que não obtiveram média suficiente nas provas teóricas. O autor não conseguiu atingir seus objetivos. Apenas conclui que os critérios de avaliação influenciam o desempenho e a motivação dos estudantes.

No trabalho de Santos (1984) "*Um Estudo Sobre o Ensino de Laboratório de Física em Escolas de Segundo Grau de Porto Alegre*", comparou-se os resultados das aprendizagens cognitiva e afetiva de alunos de segundo grau quando receberam um ensino de Física com aulas de laboratório e quando receberam um ensino apenas teórico. Para isso, este autor entrevistou professores do segundo grau através de um questionário composto por quarenta questões a fim de levantar o perfil deles e analisar

como estes encaravam o ensino de laboratório. Assim, realizaram-se três estudos com alunos:

No primeiro, foram selecionadas duas turmas da primeira série do segundo grau de escolas diferentes: grupo controle (sem laboratório) e grupo experimental (com laboratório). No segundo estudo, foram selecionadas duas turmas da terceira série do segundo grau de uma mesma escola: grupo controle (sem laboratório) e grupo experimental (com laboratório). No terceiro estudo, foram selecionas duas turmas da primeira série do segundo grau da mesma escola, porém diferente do primeiro estudo: grupo controle (sem laboratório) e grupo experimental (com laboratório).

Para todos os três estudos, os alunos foram submetidos à pré-testes, porém no primeiro e terceiro estudos o pré-teste enfocava matemática e no segundo estudo enfocava Física. Nos três estudos, o pós-teste versou sobre os conteúdos de Física. A atitude dos alunos em relação à Física foi avaliada por meio de uma escala Likert após a instrução. Os dados foram tratados estatisticamente através do teste t, para a análise das diferenças entre as médias, e do teste U, de Mann-Whitney. Ambos testes foram aplicados nos três estudos. Por outro lado, foi realizada análise de covariância (ANCOVA) no primeiro e segundo estudos.

Como resultado, o autor explica que os professores foram unânimes em valorizar as aulas de laboratório. Além disso, mostrou-se que:

No primeiro estudo, no qual foi utilizado um teste convencional (composto por questões objetivas, retiradas, em sua maioria, de livros de textos convencionais e que visam o preparo do aluno para a prova de Física do vestibular), não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos experimentais e de controle, com respeito a aquisição e o uso do conteúdo (cognitivo) e afetivo (atitudes dos alunos frente à Física e ao laboratório). Além disso, o instrumento de pesquisa não se mostrou adequado para medir o que o autor havia se proposto a medir.

No segundo estudo, em que foi utilizado um teste não convencional (aquele que evidencia o conhecimento a partir da experiência concreta em laboratório), o grupo experimental teve um desempenho superior e estatisticamente significativo em relação ao grupo de controle no pós-teste de conhecimento. Além disso, a atitude dos alunos frente à Física não sofreu alterações nos grupos: experimental e controle.

No terceiro estudo, tal como no segundo, foi utilizado um teste não convencional (aquele que evidencia o conhecimento a partir da experiência concreta em laboratório), que também mostrou que o grupo experimental teve um desempenho superior e estatisticamente significativamente ao grupo de controle no pós-teste de conhecimento. Quanto à atitude dos alunos frente à Física, também não se observaram alterações entre os grupos: experimental e controle.

Carrasco (1985), em seu trabalho: *Laboratório de Física: Uma Análise do Currículo e da Aprendizagem* buscou estudar como que os estudantes podem aprender com a realização das atividades do curso de laboratório de Física geral, além de focar sua atenção no que eles realmente aprendem. Para isso, apoiou-se no posicionamento teórico de currículo e aprendizagem de Gowin e na teoria de aprendizagem de Ausubel (através de mapeamento conceitual). Desta forma, analisou o currículo, o plano de ensino e os materiais educativos da disciplina "Física experimental IV", além dos roteiros de cada um dos experimentos. Criou os vês (V) e os mapas conceituais dos dez experimentos das disciplinas, com a finalidade de descobrir informações sobre as aprendizagens possíveis: conceitual, metodológica e sobre a estrutura das pesquisas científicas.

Durante dois semestres, foram investigadas duas turmas de alunos em cada semestre. Na disciplina semanal, com três aulas, os estudantes recebiam roteiros e equipamentos necessários para a realização dos experimentos. Após a realização dos experimentos, os alunos entregavam os respectivos relatórios.

Para o primeiro semestre, criaram-se vários instrumentos de avaliação: o questionário semanal, que foi fundamentado nos vês e nos mapas conceituais e eram

respondidos pelos alunos na aula seguinte à realização de cada experimento; o questionário final, que foi aplicado para obter diversas opiniões dos alunos sobre os trabalhos de laboratório realizados na disciplina. Para a avaliação do conteúdo, foram utilizados o questionário final e o semanal. O principal instrumento de medida usado na avaliação de aprendizagem do método foi o relatório de cada experimento. Para a avaliação da estrutura da pesquisa científica, foi utilizado no primeiro semestre um questionário semanal sobre a estrutura de um experimento.

Já no semestre seguinte, foram utilizados um relatório tipo V e um questionário final. Para a avaliação da atitude frente ao trabalho de laboratório, o autor utilizou o questionário final e fichas de observação. Para avaliar a atitude científica e as habilidades prática e intelectual, foram utilizadas as fichas de observação.

Os instrumentos de avaliação foram validados por três vias: a) foram fundamentados em idéias e teorias de forma que o conjunto dos itens fosse representativo do universo que o autor pretendia avaliar; b) foi feita uma validação teórica junto a três professores antes da aplicação; c) com exceção dos questionários semanal e final, todos foram submetidos à analise de consistência interna. Ainda, cada instrumento era formado por um certo número de itens. A cada item foi associado um escore e ao instrumento foi associado um escore total. Assim, os dados gerados por este instrumento foram tratados estatisticamente.

A análise do plano de ensino, através dos V e dos mapas conceituais mostrou que esse currículo possibilita aprendizagens relacionadas com o conteúdo, com o método, com a estrutura da pesquisa científica, com as habilidades e com as atitudes. Descobriu-se ainda no primeiro semestre:

•Avaliação da aprendizagem de conteúdo: O questionário final revelou que o grupo alcançou um nível bom de aprendizagem de conteúdo. Este instrumento foi fidedigno. Através do questionário semanal pode-se concluir que o nível de aprendizagem de conceitos e leis nos diferentes experimentos foi bom em alguns itens, muito bom na maioria dos casos, e fraco em apenas um caso.

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

•Avaliação da aprendizagem de método: Através do relatório, o autor observa que o grupo alcançou um nível bom de aprendizagem de método. No questionário semanal, o autor verificou que o nível de aprendizagem de método foi bom na maioria dos itens deste instrumento. Já no questionário final, verificou-se que o nível de aprendizagem de método foi muito bom.

•Avaliação da aprendizagem da estrutura da pesquisa científica: Através do questionário sobre a estrutura dos experimentos, o autor conclui que o grupo alcançou um nível bom de aprendizagem da estrutura da pesquisa científica.

•Avaliação da aprendizagem de atitudes frente ao trabalho de laboratório: Através da ficha de observação, o autor conclui que o grupo alcançou um nível bom de aprendizagem de atitudes frente ao trabalho de laboratório.

•Avaliação de aprendizagem de atitude científica: Através da ficha de observação, o autor conclui que o grupo alcançou um nível fraco de aprendizagem de atitude científica.

•Avaliação da aprendizagem de habilidade prática: Através da ficha de observação, o autor conclui que o grupo alcançou um nível bom de aprendizagem de habilidade prática.

•Avaliação da aprendizagem de habilidade intelectual: Através da ficha de observação, o autor conclui que o grupo alcançou um nível aceitável de aprendizagem de habilidade intelectual.

Quando analisados os dados referentes ao segundo semestre, surgiram:

•Avaliação da aprendizagem de conteúdo: O questionário final revelou que o grupo alcançou um nível bom de aprendizagem de conteúdo. Este instrumento foi fidedigno. Através do questionário semanal, pode-se concluir que o nível de

aprendizagem de conceitos e leis nos diferentes experimentos foi bom em alguns itens, e muito bom na maioria dos casos.

•Avaliação da aprendizagem de método: Através do relatório, o autor observa que o grupo alcançou um nível bom de aprendizagem de método. Já no questionário semanal, o autor verificou que o nível de aprendizagem de método foi bom na maioria dos itens deste instrumento. No questionário final, verificou-se que o nível de aprendizagem de método foi muito bom.

•Avaliação da aprendizagem da estrutura da pesquisa científica: Através do questionário sobre a estrutura dos experimentos, o autor conclui que o grupo alcançou um nível bom de aprendizagem da estrutura da pesquisa científica.

•Avaliação da aprendizagem de atitudes frente ao trabalho de laboratório: Através da ficha de observação, o autor conclui que o grupo alcançou um nível aceitável de aprendizagem de atitudes frente ao trabalho de laboratório.

•Avaliação de aprendizagem de atitude científica: Através da ficha de observação, o autor conclui que o grupo alcançou um nível fraco de aprendizagem de atitude científica.

•Avaliação da aprendizagem de habilidade prática: Através da ficha de observação, o autor conclui que o grupo alcançou um nível bom de aprendizagem de habilidade prática.

•Avaliação da aprendizagem de habilidade intelectual: Através da ficha de observação, o autor conclui que o grupo alcançou um nível fraco de aprendizagem de habilidade intelectual.

De um modo geral, Carrasco (1985) conclui que as diferenças entre os níveis de aprendizagem dos dois semestres foram irrelevantes. A aprendizagem decorrente da realização das atividades de laboratório parece depender, basicamente, do currículo da

disciplina. Além disso, este autor termina seu trabalho afirmando que: *"Reunindo-se os resultados desta análise da aprendizagem, pode-se concluir que: com a realização das atividades de laboratório, em geral, os estudantes realmente aprenderam os conhecimentos envolvidos pelo currículo, o que responde à segunda questão básica da pesquisa".*

Pacheco (1985), em sua tese de doutorado: *Experimentação e Conhecimento: Da Interação com um Fenômeno ao Estabelecimento de Regularidades – Um problema de Iniciação à Física do Segundo Grau*, pretendeu identificar e interpretar as manifestações, condutas e procedimentos dos alunos em diferentes situações, dentro do processo de estabelecimento de regularidades Físicas, previstas ou não, advindas do estudo de um fenômeno convencionalmente classificado no item de mecânica (pêndulo simples), conforme as propostas curriculares de Física vigentes.

Esta pesquisa se limita a um estudo de caso, que envolve uma classe de 22 alunos regularmente matriculados na primeira série do segundo grau, de uma escola da rede oficial de ensino. Foi desenvolvida sob o acompanhamento do autor e direção da professora responsável pela turma, por um período escolar determinado, em sala de aula com atividades experimental proposta pelo autor. As atividades foram abertas e em número de três, envolvendo o movimento de um pêndulo simples. As atividades foram realizadas em grupos de alunos, embora o pesquisador tenha analisado os alunos de forma individual. Como atividades abertas, entendemos que se tratava da postura daquele autor em deixar os alunos livres para criar e testar suas hipóteses acerca do fenômeno. Os dados surgem da interação do pesquisador com a classe.

Como resultado, o autor afirma que não foi possível estabelecer um padrão de procedimento específico que explicasse o comportamento de todos os grupos. Em suas palavras:

> *"Temos dois aspectos a considerar: por um lado, a diversidade de problemas e limitações bem como de procedimentos adotados pelos diferentes grupos ou alunos, nos impediu de estabelecer um padrão de condutas que explicasse a todos e daí extrair uma orientação única em termos de medidas*

relativas ao período do pêndulo. Por outro lado, a imposição de um padrão de procedimentos recairia em alternativas que não nos permitiriam identificar as dificuldades destes alunos no que se refere ao problema da medida, mas tão somente à capacidade de cumprir ordens que os levariam aos resultados que desejássemos".

O autor critica os experimentos rigidamente estruturados (procedimentos). Embora eles possam facilitar que o aluno comprove conhecimentos previamente formalizados matematicamente, diz ele, isto se distancia da maneira como de fato o aluno pensa. Afirma ainda que o laboratório didático de Física tem se restringido à função comprobatória. Para isso, as propostas de experimentação têm se cercado de garantia de bons resultados e retirado dos alunos a autonomia, o que afasta os mesmos da verdadeira problematização e de uma aprendizagem significativa. Além disso, defende a idéia de que a experimentação pode ter um caráter comprobatório desde que a necessidade de constatação derive dos próprios alunos.

Silva (1987), em sua dissertação: "*O uso de Materiais Simples do Meio Ambiente no Ensino Experimental da Física e seu Efeito na Aprendizagem*", procurou verificar a influência na aprendizagem, da utilização de materiais simples do meio ambiente, como recursos de laboratório no ensino de Física. Foram avaliados os aspectos cognitivos; atitudes comportamentais e habilidades científicas.

A investigação foi do tipo quase-experimental, participando 57 alunos de ambos os sexos da primeira e segunda série do segundo grau. Destes, 29 alunos constituíram a turma experimental e 28, a turma controle. O grupo controle foi submetido às tradicionais aulas expositivas, enquanto que na turma experimental o conteúdo foi desenvolvido a partir de experiências com materiais baratos, facilmente encontrados nas escolas, reaproveitados e re-adaptados. O experimento teve a duração de um semestre letivo.

Os dados foram obtidos através de um questionário composto de 28 questões de múltipla escolha contendo os pré-requisitos (de Matemática e Física) necessários para o desenvolvimento dos conteúdos de Física, na primeira e segunda série do segundo grau (pré e pós-teste: parte cognitiva). Além disso, utilizou-se também um conjunto de

ficha de avaliação e auto-avaliação das atitudes comportamentais e habilidades científicas a serem desenvolvidas pelos alunos no decorrer do experimento (pré e pós-teste). Esses dados foram tratados estatisticamente pelo teste t na análise do pré e pós-teste. O qui-quadrado foi utilizado na análise da pré e pós-avaliação/auto-avaliação das atitudes comportamentais e habilidades científicas.

Os resultados apontaram que houve um crescimento significativo quanto ao aspecto cognitivo, e altamente significativo quanto a atitudes comportamentais e habilidades científicas dos alunos da turma experimental em relação à turma controle. O autor entendeu que a utilização de uma metodologia ativa para o ensino da Física, com a utilização de materiais simples do meio ambiente onde vive o aluno como recursos de laboratório, levou a um acréscimo significativo na turma experimental, o que não aconteceu com a turma controle. No aspecto cognitivo, mesmo a metodologia tradicional a que foi submetido a turma controle, esta teve um significativo aumento de conhecimentos (aspecto cognitivo).

Vaz (1989), em sua dissertação de mestrado: "*Estrutura e Função do Laboratório*", dividiu os seus estudos em duas partes. Na primeira, o objetivo foi conhecer os elementos da atividade experimental. Para isso, foram definidas as fontes de comunicação utilizadas, ou seja, os artigos de publicações especializadas em ensino de Física, ou textos contendo mensagens aos professores. Para a identificação dos componentes do laboratório, foram utilizados dois artigos: um de Nedelsky e outro de Ivany e Parlett. Estes autores são representantes de linhas de laboratório, sob certo ponto de vista, antagônicos.

Para analisar estes artigos foi utilizada a metodologia de análise de conteúdo. Como unidades de conteúdo, foram definidas as categorias de análise: tema, palavra, personagem, item. Além disso, definiu-se também unidade de contexto, com o objetivo de permitir um maior entendimento a respeito do contexto em que os autores dos artigos em questão escreveram. Assim, utilizou-se uma sinopse com dados dos autores e, quando possível, do momento em que o escreveram.

Vaz (1989), com base nesta análise, identificou quatro pressupostos nas propostas dos autores: pedagógico, científico ideológico, didático e semiológico. Assim, tendo em vista o laboratório estruturado, criou-se um modelo tetraédrico, onde seus vértices são formados por quatro elementos: educação, ciência, aprendizagem e linguagem.

Na segunda etapa desta pesquisa, Vaz (1989) realizou outra análise de conteúdo; desta vez, sobre as propostas de laboratório com o seu modelo tetraédrico. Desta forma, foram analisadas as propostas de Nedelsky e Ivany e Parlett, e os projetos de ensino: PSSC, PEF e *Nuffield Science teaching project.*

Como resultado da primeira etapa desta investigação, o autor argumenta que não basta conhecer os elementos do laboratório, pois é necessário compreender as relações entre eles. Além disso, conclui que o laboratório descrito pelo tetraedro pode ter várias funções, de acordo com as várias escolhas feitas nos domínios das quatro áreas de conhecimento mencionadas. A função do laboratório depende intrinsecamente da sua estrutura.

Gadioli (1989), em sua dissertação de mestrado: *Atualização de Professores de Física em Serviço – Subsídios para um Programa*, realizou a análise de um programa para a atualização de professores em serviço a partir das atividades desenvolvidas em encontros de professores de Física, promovidos pelo CENP, por ocasião da proposta curricular para o ensino de Física do segundo grau da rede oficial.

A investigação foi realizada em três etapas:

Buscou-se levantar as diretrizes fundamentais que deveriam nortear a reformulação do ensino de Física; procurou-se retomar e aprofundar as questões levantadas na primeira etapa dentro do conteúdo de Física de segundo grau; e elaborou-se uma proposta curricular para o ensino de Física.

Para isso, ao longo do curso, os professores apresentaram trabalhos e relatórios. Além disso, o pesquisador colheu relatos dos professores. Com isso, o pesquisador buscou compreender e identificar as mudanças ocorridas procurando comparar as concepções (sobre o ensino) implícitas nos discursos dos participantes. Assim, o pesquisador organizou um conjunto de sete itens suficientes para encaixar os vários elementos encontrados no discurso e no desempenho dos participantes ao longo de todo o programa. Um desses sete itens era o papel da atividade experimental.

No que se refere ao trabalho experimental, o pesquisador pode perceber que, de uma maneira geral, a atividade experimental era vista ou como uma possibilidade de confirmação da teoria ou como um instrumento de motivação para o seu estudo. Além do fato de que nas fases finais do processo, a atividade experimental passou a ser valorizada como um instrumento para a discussão das idéias dos alunos e da Ciência.

A seguir, apresentaremos no quadro-4 um resumo como uma tentativa de possibilitar a identificação de tendências nas investigações apresentadas anteriormente.

Quadro 4 – Comparação entre os trabalhos no período compreendido entre 1981 a 1989

	Passos (1981)	Santos (1984)	Carrasco (1985)	Pacheco (1985)	Silva (1987)	Vaz (1989)	Gadioli (1989)
Objetivo da Pesquisa	Haveria diferença, em termos da aprendizagem da "estrutura" de um experimento, decorrente de uma abordagem ao ensino de laboratório que se enfatiza aspectos dessa estrutura, em comparação a uma abordagem programada tradicional?	Comparar o resultado das aprendizagens cognitiva e afetiva de alunos de segundo grau quando receberam um ensino de Física com aulas de laboratório e quando receberam um ensino apenas teórico.	Procurou estudar como que os estudantes podem aprender com a realização das atividades do curso de laboratório de Física geral. Além disso, focou sua atenção no que eles realmente aprendem.	Identificar e interpretar as manifestações, condutas e procedimentos dos alunos em diferentes situações, dentro do processo de estabelecimento de regularidades Físicas, previstas ou não, advindas do estudo de um fenômeno convencionalmente classificado no item de mecânica (pêndulo simples).	Verificar a influência na aprendizagem, da utilização de materiais simples do meio ambiente, como recursos de laboratório no ensino de Física. Foram avaliados os aspectos cognitivos, atitudes comportamentais e habilidades científicas.	Conhecer os elementos da atividade experimental.	Analisar um programa para a atualização de professores em serviço a partir das atividades desenvolvidas em encontros de professores de Física, promovidas pelo CENP.
Nível de Ensino	Ensino superior	Nível médio	Ensino superior	Nível médio	Nível médio	Nível médio	Ensino superior.
Metodologia empregada	Quantitativa. Grupo controle e experimental	Quantitativa. Grupo controle e experimental. Questionários como pré e pós teste.	Quantitativa. Utilizou os vês (V) e os mapas conceituais para analisar um conjunto de experimentos. Aplicou o ensino a quatro turmas, utilizando questionários e relatórios como fonte de dados para a pesquisa, tratados estatisticamente.	Qualitativa. Estudo de caso. Cria e aplica um ensino experimental. Os dados foram coletados a partir da interação do pesquisador com os estudantes.	Quantitativa. Do tipo quase-experimental, pois utiliza grupo experimental e grupo controle. Pré e pós-teste através de questionários. Resultados tratados estatisticamente	Qualitativa. Realiza análise de conteúdo em artigos de publicações especializadas em ensino de Física. Cria um modelo tetraédrico e, com ele, realiza outra análise de conteúdo nas propostas de ensino experimentais.	Qualitativa. Coletou trabalhos, relatórios de experimentos e relato dos professores.

Quadro 4 – Síntese das principais características dos trabalhos no período compreendido entre 1981 a 1989

	Passos (1981)	Santos (1984)	Carrasco (1985)	Pacheco (1985)	Silva (1987)	Vaz (1989)	Gadioli (1989)
Conclusões	O autor não conseguiu atingir seus objetivos. Apenas conclui que os critérios de avaliação influenciam o desempenho e a motivação do aluno.	O instrumento de pesquisa não se mostrou adequado para medir o que o autor havia se proposto a medir.	Aprendizagem no laboratório depende do currículo da disciplina. Os estudantes realmente aprenderam os conhecimentos envolvidos pelo currículo.	Não encontraram um padrão de procedimento específico que explicasse o comportamento de todos os grupos. Critica os experimentos rigidamente estruturados, pois tiram a autonomia dos alunos.	O ensino mostrou-se eficiente.	Não basta conhecer os elementos do laboratório, é necessário compreender as relações entre eles. O laboratório descrito pelo tetraedro pode ter várias funções, de acordo com as várias escolhas feitas nos domínios das quatro áreas de conhecimento mencionadas. A função do laboratório depende intrinsecamente da sua estrutura.	A atividade experimental era vista ou como uma possibilidade de confimação da teoria ou como um instrumento de motivação para o seu estudo. Além disso, nas fases finais do processo, a atividade experimental passou a ser valorizada como um instrumento para a discussão das idéias dos alunos e da Ciência.

Ao analisarmos os objetivos de pesquisa apresentados por estes trabalhos, notamos que continuamos a ter investigações cujo foco principal é a comparação entre dois tipos de metodologias de ensino. Essa é a preocupação de Passos (1981) ao pesquisar a existência de diferenças na aprendizagem dos alunos sobre a "estrutura de um experimento", quando esses participam de dois tipos de cursos experimentais. De forma semelhante, Silva (1987) busca averiguar a existência de diferenças nas aprendizagens dos estudantes quando esses são submetidos a dois ensinos diferentes. Nesse mesmo contexto, Santos (1984) procura descobrir qual é a contribuição que o ensino experimental traz para a aprendizagem dos alunos, comparando-o com o ensino sem experimentos.

Outro tipo de preocupação expresso nos trabalhos desta época é sobre o que de fato se pode aprender através do ensino experimental. Desta forma, Carrasco (1985) tentou descobrir o que os estudantes realmente aprendem neste tipo de ensino. Vaz (1989) investigou os elementos que compõe a atividade experimental através de discursos. Já Pacheco (1985) tentou compreender como que os estudantes se comportam/mobilizam para resolver situações-problema com enfoque experimental, trabalhando em pequenos grupos. Outro tipo de enfoque foi o trabalho de Gadiolli (1989) que se preocupou com o ensino experimental em um programa de formação de professores.

Dessa forma, para essa época, os trabalhos analisados revelam, a grosso modo, duas tendências distintas: comparações entre metodologias de ensino diferentes e a intenção de tentar entender o que é possível se aprender com o ensino experimental.

A categoria "nível de ensino" revela um certo equilíbrio entre trabalhos que estudam o ensino superior (Passos,1981; Carrasco, 1985; Gadiolli, 1989) e trabalhos que preocupam-se com o ensino de nível médio (Santos, 1984; Silva, 1987; Pacheco, 1985; Vaz, 1989). Da mesma forma que na década de setenta, quando o ensino fundamental não foi uma preocupação dos autores analisados.

Com respeito às metodologias de pesquisa utilizadas nestes trabalhos, observamos um certo equilíbrio entre as vertentes qualitativas e quantitativas.

Carrasco (1985) faz sua análise a partir de um conjunto de informações fornecidas pela análise de um questionário dissertativo. Pacheco (1985) coleta suas informações a partir de sua interação (pesquisador) com os alunos, durante a realização das atividades experimentais. Vaz (1989) elege, como amostra a ser pesquisada, um conjunto de artigos da área de ensino de Ciências e propostas de ensino. Seus dados são coletados a partir de análises de conteúdo destes materiais. Já Gadiolli (1989), coletou suas informações num curso experimental a partir dos trabalhos, relatórios dos alunos e entrevistas com professores.

Por outro lado, adotando uma metodologia quantitativa, tanto Passos (1981) quanto Santos (1984) acompanharam grupos experimentais e grupos controle, coletando informações através de questionários que possibilitaram um tratamento estatístico. Silva (1987), dentro desta metodologia, adota uma postura Quase-Experimental, também acompanhando um grupo experimental e controle, coletando dados através de pré e pós-testes e tratando-os estatisticamente.

Ao olharmos as conclusões destes trabalhos, verificamos que Passos (1981) e Santos (1984) tiveram problemas metodológicos na consecução de suas pesquisas. Assim, Passos (1981) declarou apenas que a forma com que os estudantes são avaliados influencia seu desempenho e motivação. Durante a realização das disciplinas, nas quais iria coletar dados junto aos alunos, o fatos dos professores das disciplinas terem adotado procedimentos avaliativos diferentes influenciou diretamente os alunos, inviabilizando a comparação destes. Já Santos (1984) explicou que o seu instrumento de pesquisa não foi capaz de medir aquilo ao qual havia se proposto.

Carrasco (1985) diz que a aprendizagem nas disciplinas experimentais é função do que se coloca em seu currículo e Vaz (1989) afirma que a função do laboratório depende da sua estrutura; já Silva (1987) apenas declara a sua metodologia eficiente. Pacheco (1985) defende a realização de atividades experimentais abertas de forma a

permitir que os estudantes criem e testem suas próprias hipóteses, de maneira a fomentar sua autonomia; enquanto que Gadioli (1989) explica que os sujeitos de sua pesquisa viam o laboratório de Física como um meio de confirmar a teoria e de discutir idéias sobre Ciência.

4.4 Após 1990

Encontramos apenas três trabalhos compatíveis com nossa delimitação inicial, sendo todos dissertações de mestrado:

Quadro 5 – Amostra de trabalhos no período compreendido entre 1995 e 1997.

Data	Autor	Tipo de trabalho	Título
1995	Schmidt	Dissertação de mestrado	O que há por trás do Laboratório Didático?
1996	Giraldo	Dissertação de mestrado	Aulas de Laboratório Usando Material Experimental Conceitual
1997	Costa	Dissertação de mestrado	A "participação" dos estudantes no laboratório didático de Física.

Schmidt (1995), em sua dissertação de mestrado: "*O que há por trás do Laboratório Didático?*", analisa a produção da área de ensino de Física, referente ao laboratório didático de ensino de Física, ao longo das décadas de 70, 80 e 90, procurando caracterizar a sua evolução. Busca também identificar como o laboratório é visto tanto por alunos ingressantes na universidade como por diferentes professores por ela formados. A pesquisa foi realizada em três etapas: análise das publicações da área; análise dos discursos dos alunos; e análise dos discursos dos professores.

Quanto à análise das publicações da área, foram selecionados trabalhos cuja temática versava sobre o laboratório didático de Física no banco de referências do ensino de Física. Foi feita uma análise quantitativa para obter um quadro geral de como a questão do laboratório no ensino de Física no Brasil se apresenta em relação às demais, segundo as seguintes categorias:

a) Evolução anual da preocupação com a questão do laboratório;

b) Distribuição de conteúdos abordados no laboratório;

c) Nível de ensino a que se destinam as experiências;

d) Abordagem do laboratório do ponto de vista de sua função.

Em seguida, foram analisados somente os trabalhos relacionados ao terceiro grau, segundo as categorias a, b e d. Além disso, foram também analisados os artigos do SNEF (Simpósio Nacional de Ensino de Física) segundo as categorias a, b, c e d. Para finalizar, foi realizada uma análise em profundidade de treze artigos de 1979 a 1982 e treze artigos do ano de 1992, todos sobre o laboratório do ensino de Física do terceiro grau. Os artigos foram analisados segundo determinadas categorias que foram surgindo ao longo da leitura. Estas categorias foram divididas em dois blocos. O primeiro bloco foi composto por objetivo principal, visão da educação, concepção de Ciência, visão do laboratório estratégia de ensino /aprendizagem. Já o segundo bloco englobou experiência, conteúdo, equipamento e conclusão.

Na segunda etapa, foram mapeadas as concepções dos alunos a respeito do laboratório através de um questionário dissertativo. Foram coletados 100 questionários ao longo de três semestres. A análise destes questionários foi feita de forma quantitativa (cálculo de freqüência), procurando identificar nas respostas dos alunos os elementos comuns e a partir daí estabelecer categorias que os representassem.

Na terceira etapa, foram analisados discursos de professores do segundo e terceiro graus, através de entrevistas não diretivas. A análise foi feita de forma qualitativa, observando as formas de articulação das idéias dos professores. Foi realizada uma análise de conteúdo das entrevistas, o que permitiu identificar duas vertentes: função do laboratório e relatos de experiência.

O autor conclui que o laboratório é o principal tema de pesquisa em relação às demais questões de inquietação da área de ensino de Física. Mecânica é o conteúdo mais abordado do ponto de vista experimental. Grandes partes dos trabalhos no Banco de Referências são descrições de equipamentos de arranjos experimentais, mas o papel destas atividades é pouco significativo. As publicações sobre o laboratório não interagem com outros problemas. A tendência de publicações acerca do laboratório no terceiro grau é crescente a partir de 1988, apresentando uma ênfase bem maior. Os

conteúdos são praticamente os mesmos; a diferença é que "onda" aparece como tema privilegiado e a natureza do laboratório é basicamente instrumental. Nos trabalhos do SNEF, a questão do laboratório é significativa, e é o tema que mais se destaca no conjunto geral. O caráter deste trabalho é também basicamente instrumental.

O autor mostra que, na década de oitenta, a maioria dos trabalhos visava à proposição de equipamentos ou roteiros, em grande parte, sem qualquer discussão sobre o encaminhamento dessas atividades em termos de ensino e aprendizagem. Na década de noventa, a maioria enfatiza a discussão a respeito da estratégia geral. Ainda com relação à década de oitenta, os trabalhos em geral mostram uma preocupação em utilizar o laboratório como instrumento de verificação de teoria, enfatizando a compreensão do método científico, principalmente no tratamento de dados. Na década de noventa, os trabalhos tem o intuito de tornar o conteúdo mais significativo e mais concreto ao aluno.

Também existe a preocupação com o método científico, mas agora centrado no aluno, ou seja, procura-se desenvolver a postura investigativa de modo que no futuro ele consiga trabalhar de forma autônoma. Nos trabalhos mais relacionados às questões do ensino, a ênfase deixa de ser voltada excessivamente para a avaliação e passa a concentrar-se nas estratégias alternativas de ensino/aprendizagem. A grande maioria dos alunos acredita que o laboratório é um instrumento que serve para comprovar teorias, vistas em aulas expositivas.

Além disso, o autor nos mostra que os alunos associam o laboratório a um instrumento importante na sua formação, facilitando a compreensão dos conteúdos de Física. No entanto, poucos estudantes identificam o laboratório como sendo um elemento essencial à Física, uma vez que somente dois por cento apresentam a idéia do laboratório como ferramenta para o desenvolvimento de teorias. Já os professores, estes defendem que a utilização do laboratório é de extrema importância, porém nem sempre explicitam qual é a sua visão a respeito da experimentação da Ciência.

Giraldo (1996), em sua dissertação de mestrado: "*Aulas de Laboratório Usando Material Experimental Conceitual*", procura responder a duas perguntas: (i) "Será que o ensino desenvolvido tradicionalmente (enfoque habitual), nas aulas de laboratório didático, gera uma aprendizagem significativa nos estudantes? (ii) Será possível propor uma alternativa construtivista para o ensino das aulas de laboratório didático (enfoque significativo – epistemológico), que facilite a aprendizagem significativa nos alunos?".

Numa primeira etapa, foram entrevistados professores e alunos para identificar as principais características do "ensino com enfoque habitual". Em seguida, foi feita uma pesquisa bibliográfica de forma a verificar quais são os objetivos que, segundo os pesquisadores, devem ser obtidos nas aulas de laboratório. A partir disso, foram desenvolvidas aulas de laboratório com o enfoque habitual (grupo controle). Em seguida, o autor propôs um ensino com enfoque significativo epistemológico. Com a finalidade de testar a segunda hipótese, o pesquisador utilizou este enfoque em uma aula de laboratório da disciplina de Física II (grupo experimental). Para averiguar se os alunos conseguiam aprender significativamente nestes dois ensinos, foram analisados os mapas conceituais e diagramas V elaborados pelos alunos antes e após eles terem realizado os experimentos.

Para analisar os mapas conceituais, foram levados em consideração os seguintes parâmetros: o grau de completicidade (verificado pelo número de conceitos que aparecem no mapa conceitual) e o grau de diferenciação (grau de organização hierárquica dos conceitos). Os mapas conceituais foram pontuados por uma escala de pontuação seguindo as orientações de Novak e Gowin. Os diagramas V foram utilizados com a finalidade de averiguar se os estudantes captavam o significado do trabalho experimental e para ajudar o professor a planejar a instrução durante uma aula de laboratório. Estes serviram como material complementar aos mapas conceituais.

Para a interpretação do diagrama, foram analisados e observados os seguintes aspectos: a) o grau de consistência e pertinência do conteúdo de cada um dos campos que correspondem aos elementos epistêmicos do diagrama; b) o grau de interação existente entre os conceitos mencionados no diagrama com as regularidades

observadas nos eventos e os registros feitos destes eventos; c) o grau de interação entre os elementos conceituais, teóricos e racionais com os elementos metodológicos e procedimentais; d) o grau de questionamento na formulação das questões básicas; e) o grau de percepção dos eventos; f) o grau de generalização. Após essas etapas, esta análise qualitativa foi convertida em dados quantitativos através de uma escala de pontuação.

A análise das aulas de laboratório, com o enfoque habitual, permitiu ao pesquisador verificar a primeira hipótese: não geram aprendizagem significativa, ou seja, os alunos não conseguem aprender significativamente os conceitos envolvidos no trabalho experimental, nem conseguem aprender sobre a natureza e a prática da Ciência. Por outro lado, a análise dos resultados obtidos quando foi utilizado o enfoque significativo epistemológico permitiu ao pesquisador chegar em cinco conclusões provisórias:

(i) uma abordagem significativa e epistemológica das aulas do laboratório permite que o professor compartilhe significados com os alunos e lhe possibilita iniciar o processo de (re) construção dos conhecimentos;

(ii) o uso do material experimental conceitual nas aulas de laboratório permite que os alunos aprendam significativamente os conceitos envolvidos no trabalho experimental;

(iii) o enfoque permite simular o trabalho da comunidade científica, permitindo que os alunos se familiarizem com os métodos e práticas da Ciência;

(iv) a elaboração das ferramentas meta-cognitivas garante que o aluno se prepare para o trabalho experimental;

(v) os resultados obtidos mostram que a proposta do autor é viável.

Costa (1997), em sua dissertação de mestrado: *A 'participação' dos estudantes no laboratório didático de Física*, buscou perceber a inquirição das razões que podem levar os alunos a se motivarem ou desmotivarem durante a realização de um experimento num laboratório didático de Física.

Os dados foram coletados através de gravações em *vídeo-tape* de aulas práticas e de entrevistas semi-estruturadas com os alunos de duas turmas do curso superior de mecânica de precisão da FATEC/SP. A partir disso, foram criadas as categorias envolvimento grupal e individual, e variáveis significativas internas e externas, para analisar como os alunos trabalham durante as aulas experimentais. . Assim, para o envolvimento grupal criaram-se as dimensões: pontos mortos, momentos de dispersão, desempenho local, global e outros. Para o envolvimento individual as dimensões foram: pontos mortos, intenção de entrar, desempenho local, global e outros. Por outro lado, para as variáveis significativas externas, as dimensões foram: interferência do professor, interferência de estranhos, interação grupal, dificuldades da atividade e outros. Já para as variáveis significativas internas, as dimensões foram: exigência de manter ressonância com a equipe, retomada da tarefa abandonada, percepção de algo ou alguém no ambiente, percepção de que o interessante acabou, cansaço ou saturação e outros.

O autor conclui que num laboratório didático, quando os estudantes são incentivados a construir o planejamento das experiências e não recebem respostas prontas para as suas dúvidas, eles alcançam visões mais adequadas acerca da natureza do processo e do produto do trabalho científico. Os alunos que apresentam baixa auto-estima não se envolvem com as atividades do seu grupo por julgarem que não tem condições de contribuir. Assim, tentando comparar esses trabalhos, temos:

Quadro 6 – Comparação entre os trabalhos compreendidos entre 1995 e 1997.

	Schmidt (1995)	Giraldo (1996)	Costa (1997)
Objetivo de Pesquisa	Analisa a produção da área de ensino de Física, referente ao laboratório didático de ensino de Física, ao longo das décadas de 1975 a 1995, procurando caracterizar a sua evolução. Busca também identificar como que o laboratório é visto tanto por alunos ingressantes na universidade como por diferentes professores por ela formados	Será que o ensino desenvolvido tradicionalmente (enfoque habitual), nas aulas de laboratório didático, gera uma aprendizagem significativa nos estudantes? Será possível propor uma alternativa construtivista para o ensino das aulas de laboratório didático (enfoque significativo – epistemológico), que facilite a aprendizagem significativa nos alunos?	Busca perceber a inquirição das razões que podem levar os alunos a se motivarem ou desmotivarem durante a realização de um experimento num laboratório didático de Física
Nível de ensino	Ensino superior	Ensino superior	Ensino superior
Metodologia empregada	Qualitativa. Define categorias para analisar a produção bibliográfica. Utiliza questionário dissertativo para levantar concepções de alunos a respeito do laboratório. Esses dados foram analisados por contagem de freqüências das respostas comuns. Realiza análise de conteúdo de entrevistas não diretivas com professores.	Qualitativa. Realiza pesquisa bibliográfica. Entrevista professores e alunos. Desenvolve um curso experimental. Aplica-o a um grupo controle e a um experimental. Analisa os grupos através de mapas conceituais e diagramas Vs.	Qualitativa. Os dados foram coletados através de gravações em vídeo-tape de aulas práticas e de entrevistas semi-estruturadas com os alunos.
Conclusões	Poucos estudantes identificam o laboratório como sendo um elemento essencial à Física. Os professores defendem que a utilização do laboratório é de extrema importância, porém nem sempre explicitam qual é a sua visão a respeito da experimentação da Ciência.	O laboratório, com enfoque significativo epistemológico, revelou-se mais eficiente que o de enfoque habitual.	Quando os estudantes são incentivados a construir o planejamento das experiências e a não receberem respostas prontas para as suas dúvidas, eles alcançam visões mais adequadas a cerca da natureza do processo e do produto do trabalho científico. Os alunos que apresentam baixa auto-estima não se envolvem com as atividades do seu grupo por julgarem que não tem condições de contribuir.

Para esta década, não conseguimos um número de trabalhos que fossem suficientes para indicar quais seriam as tendências das investigações desta época. Mesmo assim, podemos observar que Schmidt (1995), procura analisar a produção científica das publicações envolvendo o ensino experimental, além de revelar a visão de professores e alunos sobre este tipo de ensino. Giraldo (1996) busca estabelecer diferenças entre duas metodologias de ensino distintas: a "habitual" e a construtivista. Finalmente, Costa (1997) investigou quais são os fatores que podem vir a motivar os alunos durante as aulas experimentais.

Esses três trabalhos têm como foco o ensino superior e suas metodologias de pesquisa foram qualitativas. Assim, Schmidt (1995) realiza uma pesquisa documental, entrevista professores e coleta informações de alunos através de um questionário dissertativo. Giraldo (1996), após revisão da literatura, realiza entrevistas com alunos e professores e desenvolve e ministra uma disciplina a um grupo controle e experimental. Após essa etapa, analisa o desempenho dos estudantes através dos mapas conceituais. Por último, Costa (1997) coleta seus dados a partir de gravações em *vídeo-tape* e de entrevistas semi-estruturadas com seus alunos.

Quanto às conclusões, Schmidt (1995) revela as idéias de senso comum dos professores a respeito da importância do ensino experimental. Enquanto os professores entendem que o laboratório de Física é essencial para o ensino desta disciplina, os alunos não reconhecem esta importância. Giraldo (1996) conclui que uma metodologia de ensino baseada em pressupostos construtivistas apresenta maior eficiência que os métodos tradicionais. De maneira semelhante, Costa (1997) termina seu trabalho defendendo a idéia de que se deve dar aos estudantes a oportunidade de decidirem a respeito dos procedimentos para realizar os experimentos.

4.5 Análise geral

Agora, iremos compor um quadro geral (quadro-7), com a finalidade de possibilitar a comparação entre as principais tendências dos trabalhos analisados anteriormente:

Quadro 7
Comparação entre as características da amostra de trabalhos nas três décadas.

	De 1970 a 1980	De 1981 a 1990	A partir de 1991
Objetivo da Pesquisa	Busca por metodologias de ensino para o ensino experimental da Física Visão dos professores sobre o ensino experimental (Um trabalho)	Comparação entre dois tipos de metodologias de ensino O que de fato se pode aprender através do ensino experimental Visão dos professores sobre o ensino experimental (Um trabalho)	Comparação entre dois tipos de metodologias de ensino. Fatores que podem motivar os alunos nas aulas experimentais. Visão dos professores sobre o ensino experimental.
Nível de ensino	Ensino Superior	Ensino Superior e Ensino médio.	Ensino superior
Metodologia empregada	Primeiro plano: Qualitativa Segundo plano: Quantitativa	Qualitativa. Quantitativa.	Qualitativa
Conclusões	Defesa da eficiência da metodologia de ensino desenvolvida Laboratório estruturado e o não estruturado têm a mesma eficiência. Supremacia do laboratório não estruturado sobre os demais Talvez o único ponto de concordância entre esses autores é a idéia de que o ensino experimental é muito importante para o ensino da Física.	Os professores acreditam que o ensino experimental serve para confirmar a teoria e discutir idéias sobre ciência Defesa de uma metodologia de ensino baseada em pressupostos construtivistas.	Professores acreditam na importância do ensino experimental, ao passo que os alunos não a reconhecem. Defesa de uma metodologia de ensino baseada em pressupostos construtivistas.

O quadro acima mostra o caminho que este tipo de pesquisa tomou ao longo do tempo. Mesmo que saibamos que empenhos didáticos foram realizados antes do trabalho de Caniato (1974), conforme o resgate histórico apresentado na seção 4.1.1,

parece-nos que a partir da constatação desse autor de que "o ensino da Física vai mal", as totalidades dos trabalhos da década de setenta analisados partem do princípio de que os baixos índices de aprendizagem em Física podem ser resolvidos (ou pelos menos atenuados), com o uso do ensino experimental. Assim, os autores desta época têm como principal objetivo em suas investigações a busca por metodologias de ensino mais apropriadas. Muitos desses autores fundamentam-se no comportamentalismo para criar um ensino estruturado, tendo como conseqüência, a diminuição dos índices de reprovações. Nesta época, parece que as notas atribuídas às provas e aos relatórios dos alunos eram entendidas como sendo reveladoras da real aprendizagem desses. Foi criada, então, uma metodologia de ensino capaz de treinar os alunos para ir bem nesses exames.

Na década de oitenta, continuam a existir trabalhos que procuram comparar a eficiência de metodologias de ensino diferentes. Porém, talvez o mais importante seja o fato de se ter intensificado a discussão sobre as diferenças nas aprendizagens dos estudantes quando estes participavam de atividades estruturadas e não estruturadas. Nessa época é que surgem pesquisas que tiveram por base pressupostos construtivistas. Nesse contexto, notas altas em exames começaram a não mais ser representativos de aprendizagens. Pacheco (1985) mostra que o simples fato de permitir que os estudantes tomem decisões e testem suas hipóteses ao longo das atividades experimentais torna possível a aprendizagem de outros elementos, tais como a autonomia.

Um fato marcante nos trabalhos a partir da década de noventa é justamente a sua grande diminuição. A quantidade de investigações em ensino de Física, cujo tema fosse o laboratório de Física, diminuiu bastante. Mesmo os poucos existentes passaram a apresentar, cada vez mais, uma base cognitivista.

Percebemos ainda que ao longo das três décadas analisadas algumas idéias sempre estiveram presentes. Por exemplo, nos trabalhos analisados, de uma forma geral, os autores acreditam que o ensino experimental é importante para a aprendizagem da Física. Outra observação é que os trabalhos que investigaram a

concepção de professores sobre esta temática, durante os anos oitenta, revelaram que, de forma geral, eles acreditam que o ensino experimental serve basicamente para ilustrar ou confirmar a teoria.

A realização do quadro-7 nos possibilitou a comparação entre as principais características dos trabalhos, permitindo-nos a delineação de tendências gerais ao longo das décadas analisadas. (subir)

Voltando o nosso olhar para cada uma das categorias de nossa análise geral, identificamos as seguintes tendências gerais ao longo do tempo:

Quanto à categoria "Objetivo da Pesquisa", observamos que a partir da idéia (praticamente não contestada na época), de que o ensino experimental é fundamental para se aprender Física, os trabalhos apresentam, na primeira década analisada, um empenho na busca de metodologias que favoreçam o ensino experimental. Já nas décadas seguintes, o objetivo da pesquisa reside nos esforços dos pesquisadores em comparar metodologias. O enfoque dos pesquisadores no que se refere à visão do professor sobre o ensino experimental, apesar de ser escasso, é constante em todas as décadas analisadas. Além disso, durante a década de oitenta, houve uma preocupação com o que realmente os alunos podem aprender em uma aula experimental de Física. Somente nos anos noventa a motivação dos alunos em aulas experimentais de Física se revelou como um objetivo de pesquisa.

Quanto à categoria Metodologia de Pesquisa, há uma preponderância da metodologia qualitativa. Porém, nas duas primeiras décadas analisadas, alguns trabalhos apresentam metodologia quantitativa.

Quanto à categoria Nível de Ensino, há um direcionamento preponderante dos trabalhos para o ensino superior durante todas as décadas analisadas, apesar de observarmos um certo equilíbrio entre o direcionamento dos trabalhos para o ensino médio e o superior, nos anos oitenta. Observamos aqui que esta dissertação restringiu-se, a priori, ao ensino médio e superior.

Quanto à categoria Conclusões, observamos que nenhum trabalho contestou explicitamente a importância do trabalho didático de Física. Nos anos setenta, há uma concordância entre os autores de que as atividades experimentais são muito importantes para o ensino de Física. Já nos anos oitenta, vários autores afirmam que o ensino experimental tem o papel de confirmar a teoria e propiciar discussões sobre as Ciências. Na década de noventa, os poucos autores de dissertações sobre o tema continuam acreditando na importância do ensino experimental. Porém, é nesta década que alunos revelam já não mais reconhecerem tal importância.

Além disso, observamos ainda que, nos anos setenta, cada autor defende a eficiência da metodologia de ensino experimental que propõe. Nesta época, surgem também as primeiras discussões sobre a eficiência do laboratório estruturado contra a eficiência do laboratório não estruturado. Já nas décadas de oitenta e noventa, com o advento do construtivismo, despontam pesquisas em defesa de uma metodologia para o ensino experimental de Física com base em pressupostos cognitivistas.

5. Considerações Finais

Neste trabalho, tivemos como objetivo identificar possíveis tendências em dissertações e teses que trataram da temática: "ensino experimental de Física". A análise da nossa amostra de trabalhos revelou que a preocupação com o ensino experimental teve início com Caniato (1974). Este autor parece ser um dos primeiros a constatar sérias deficiências no ensino e na aprendizagem da Física, afirmando que professores e alunos não conseguem identificar os fenômenos que estudam e nem aplicar os conceitos físicos para a solução de problemas cotidianos. Como solução a esta problemática, este autor defende o uso do laboratório didático de Física.

Após o trabalho de Caniato (1974), todos os trabalhos analisados da década de setenta parecem admitir que uma possível solução dos problemas de ensino e aprendizagem da Física passa pela implementação e pelo aperfeiçoamento de metodologias para o ensino experimental. Assim, os trabalhos desta década buscam ora implementar novas metodologias de ensino experimental, ora comparar a sua eficiência com outras metodologias. A maioria destes trabalhos apresenta uma forte tendência comportamentalista - paradigma vigente na época e adotado por muitos pesquisadores.

Já nos anos oitenta, observa-se uma coexistência entre os paradigmas comportamentalista e cognitivista. Desta forma, embora continuem existindo trabalhos que buscam comparar a eficiência de diferentes metodologias para o ensino experimental, surgem discussões que buscam defender vertentes ligadas ao ensino laboratorial estruturado e não estruturado. Os primeiros são defendidos por argumentos de eficiência e rendimento dos alunos. Já os segundos, sugerem que o fato do aluno ter a possibilidade de tomada de decisões ao longo da realização dos experimentos possibilita que os estudantes desenvolvam uma atitude mais autônoma frente aos conhecimentos.

Nos anos noventa, percebemos uma abrupta queda nos trabalhos que abordavam a temática em questão. Uma possível explicação para esta diminuição pode

estar ligada ao advento do paradigma construtivista. Nesta época, a idéia de que o ensino experimental é a solução para os problemas de ensino e de aprendizagem da Física começaram a ser mais fortemente questionados.

De fato, Driver (1985); Watson et al. (1995) e White (1991), apud Barberá e Valdés (1996) afirmam que de dentro de uma concepção construtivista, o papel relevante do laboratório didático de Física seria o de promover uma "melhora" nas concepções dos estudantes, aproximando suas idéias espontâneas em idéias mais próximas das concepções científicas. No entanto, tanto os relatos de professores frente a sua prática docente, como os resultados de várias pesquisas têm mostrado que o laboratório didático, por si só, não cumpre adequadamente este papel.

Neste contexto, Perez et al (1999) mostra que, por muito tempo, a teoria, a resolução de problemas e o laboratório didático foram entendidos como sendo linhas de trabalhos praticamente autônomas. Cada uma dessas linhas foi pensada independentemente não se integrando em um todo coerente até a consolidação do paradigma construtivista. Como conseqüência, as investigações na área de ensino de Ciências também refletiram esta separação. Ou seja, nas décadas de setenta e oitenta obtivemos um grande número de trabalhos que enfocavam fortemente o ensino experimental. Já na década de noventa, quando o paradigma construtivista se estabelece, e deste surge a concepção de integralização entre a teoria, a resolução de problemas e o laboratório didático, podemos notar uma sensível diminuição daqueles trabalhos.

Pérez et al (1999) explica ainda que a partir da década de noventa, pesquisadores da área de ensino de Ciências começaram a defender a necessidade de elaborar uma proposta de ensino que buscasse integrar de forma mais coerente os distintos aspectos deste ensino. Dessa forma, as investigações passaram a buscar um replanejamento a fim de integrar as aulas teóricas, com as atividades de resolução de exercícios e experimentos de laboratório. Neste novo contexto, o ensino experimental não é mais visto como algo independente no ensino de Ciências, em nosso caso, no ensino de Física. Agora, os alunos são concebidos como sendo "pesquisadores

novatos", ou seja, os alunos trabalham em pequenos grupos de forma cooperativa, com a finalidade de resolverem situações-problema desafiadoras, tendo a oportunidade de trocarem seus pontos de vistas com os outros grupos, com o professor e com os textos. Assim, para resolver as situações-problema, os estudantes podem recorrer a textos, computadores ou a experimentos de laboratório.

Um exemplo de situação-problema a partir desta nova abordagem é proposto por Barros Filho & Silva (1998), ao sugerir um conjunto de atividades para o ensino da cinemática a alunos do nível médio. A atividade inicia-se com uma situação-problema que convidava os estudantes a revelarem suas concepções espontâneas a respeito de velocidade. Os alunos tinham a oportunidade de trabalhar individualmente, em pequenos grupos e finalmente de trocarem suas opiniões com toda a classe com a mediação do professor. Ao propor outra atividade, Barros Filho & Silva (1998) solicita aos estudantes que elaborem um plano de trabalho para medir a velocidade de um "tatuzinho de jardim". Após a realização deste planejamento (roteiro do experimento) pelos grupos, o professor autoriza a sua realização (experimentação). Tal atividade revela uma tendência de integração entre a teoria e a atividade experimental. Além disso, permite que os estudantes proponham e testem suas hipóteses valendo-se dos recursos que julgarem necessários.

Desta forma, percebemos que as atividades experimentais deixaram de ter uma importância autônoma, independente no ensino. Assim, os objetivos de pesquisa que encontramos na amostra dos trabalhos analisados, tais como: busca por metodologias de ensino para o ensino experimental da Física; comparação entre tipos de metodologias de ensino; ou mesmo fatores que podem motivar os alunos nas aulas experimentais, com a preocupação de resolver (ou pelo menos de apontar soluções) aos problemas de ensino e aprendizagem da Física, usando para isso o laboratório didático, acabaram de certa forma por serem resolvidos frente ao advento do paradigma construtivista.

Talvez a mais nova grande tendência seja a de realizar um ensino de forma mais integrada, de forma que as situações-problema que são propostas aos alunos tenham a

possibilidade de permitir que estes proponham e testem suas hipóteses, tenham contato com pontos de vistas conflitantes, possam trocar idéias e trabalhar em grupo de forma colaborativa; valendo-se, para isso, de diversos recursos, tais como livros, vídeos, computadores e inclusive o laboratório didático de Física.

6. Bibliografia

ALMEIDA, Maria José P. M. de. Introdução às Ciências Experimentais – Análise de Contingências, Programa e Avaliação do Curso. São Paulo: USP – Instituto de Psicologia, 1979.

BARBERÁ, O. e VALDÉS, P. El Trabajo prático em la Enseñanza de Las Ciencias: Una Revisión Ensenãnza de las Ciencias, 1996, 14 (3)

BARBOSA, J. O. Investigação do Papel da Experimentação na Construção de Conceitos em Eletricidade no Ensino Médio: Caderno Catarinense de Ensino de Física. V.16 (1): 105-122, abr. 1999.

BARROS FILHO, Jomar & SILVA, Dirceu da. Avaliação como Elemento de Continuidade do Ensino. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM ENSINO DE FÍSICA, 1998, Florianópolis SC. Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisadores em Ensino de Física, 1998.

CANIATO, R., Um Projeto Brasileiro para o Ensino de Física. Faculdade de Filosofia de Ciências e Letras de Rio Claro, 1974.

CARRASCO, Hernan David Jamet. Laboratório de Física: Uma Análise do Currículo e da Aprendizagem. Porto Alegre: UFRGS – Instituto de Física, 1985.

CHALMERS, Alan F. O que é Ciência, Afinal? 2ª reimpressão da 1ª ed. São Paulo: Editora Brasiliense S/A, 1997.

COSTA, Rita Zanlorensi Visneck .A "participação" dos estudantes num laboratório didático de Física. São Paulo: USP - Instituto de Física e Faculdade de Educação, 1997.

FERREIRA, Norberto C. Proposta de Laboratório para a Escola Brasileira - Um Ensaio sobre a Instrumentação no Ensino Médio de Física. São Paulo: USP - Instituto de Física e Faculdade de Educação, 1978.

GADIOLI, Nirce Pereira de Souza. Atualização de Professores de Física em Serviço - Subsídios para um Programa. São Paulo: USP – Instituto de Física e Faculdade de Educação, 1989.

GALLI, Cláudio. O Sistema de Instrução Personalizada no Laboratório de Física – Resultados de uma Pesquisa. Porto Alegre: PUCRGS – Faculdade de Educação, 1977.

GIRALDO, Víctor Ayma. Aulas de Laboratório Usando Material Experimental Conceitual – Instituto de Física e Faculdade de Educação da USP, 1996.

GONÇALVES, Ennio Salaberry. Laboratório Estruturado versus Não-Estruturado: Estudo Comparativo em um Curso de Física Geral. Porto Alegre: UFRGS –

Instituto de Física, 1979.

KRASILCHIK, Myriam. O Professor e o Currículo de Ciências. 2ª reimpressão da 1ª ed. São Paulo: E.P.U. Editora Pedagógica e Universitária Ltda., 1987.

LIMA, P.G. Tendências Paradigmáticas na Pesquisa Educacional. Amil, 2003.

OLIVEIRA, J., PANZERA, A.C., GOMES, A.E.Q., TAVARES, L., Medição de Tempo de Reação como Fator de Motivação e de Aprendizagem Significativa no Laboratório de Física. Caderno Catarinense de Ensino de Física. V.15 (3): 301-307, dez. 1998.

PACHECO Décio, Experimentação e Conhecimento da Interação com um Fenômeno Dinâmico ao Estabelecimento de Regularidades – Uma introdução ao problema da iniciação à Física no 2° grau – Campinas: UNICAMP- Faculdade de Educação –, 1985.

PASSOS, Antônio Maria Freire. Um estudo sobre o Ensino de Laboratório em Nível Universitário Básico. Porto Alegre: UFRGS – Instituto de Física, 1981.

PÉREZ, Gil et al.Tiene Sentido Seguir Distinguiendo entre Aprendizaje de Conceptos, Resolución de Problemas de Lápiz y Papel y Realización de Prácticas de Laboratório? Enseñanza de las Ciencias, 1999, 17 (2).

PSSC -Physical Science Study Committee. Física. 8ª ed. São Paulo: Edart., 1976.

SALOMÃO, Maria Rejane. Método Laboratorial para o Estudo de Radiações. Porto Alegre: UFRGS – Instituto de Física, 1977.

SANTOS, Arion de Castro Kurtz dos. Um Estudo sobre o Ensino de Laboratório de Física em Escolas de 2º Grau de Porto Alegre. Porto Alegre: UFRGS – Instituto de Física, 1984.

SCHMIDT, Inês Prieto. O que há por trás do Laboratório Didático? São Paulo: USP – Instituto de Física e Faculdade de Educação, 1995.

SILVA, Marine Terezinha da. O Uso de Materiais Simples do Meio Ambiente no Ensino Experimental da Física e seu Efeito na Aprendizagem. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria (RS), 1987.

SOARES, Vera Lúcia Lemos. Laboratório Didático de Física no Ciclo Básico da Universidade. São Paulo: USP – Instituto de Física, 1977.

VAZ, Arnaldo de Moura. Estrutura e Função do Laboratório. São Paulo: USP - Instituto de Física e Faculdade de Educação, 1989.

Anexo I – Resumos dos Trabalhos Analisados

1.1 - O Trabalho de Caniato

"Um projeto brasileiro para o ensino de Física"

Trabalho apresentado à Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Rio Claro, em 1974, para a obtenção do grau de doutor de **Rodolpho Caniato,** sob orientação do Dr. José Goldenberg.

Resumo do Trabalho

Este trabalho é composto da tese e de um projeto do autor. A tese apresenta sucintamente os problemas observados pelo autor durante alguns anos na aprendizagem de Física, no ensino médio. Tais problemas são a justificativa do trabalho do autor e o projeto é apresentado como uma possível solução.

O Objetivo da Pesquisa

O objetivo da pesquisa do autor foi justificar a importância do seu projeto, através da apresentação de sua experiência pessoal como professor. Para isso, apresentou resultados de entrevistas com alunos e professores sobre os seus conhecimentos de fenômenos físicos e a identificação dos mesmos em situações cotidianas.

Desenvolvimento

Para o autor, uma proposta de nível nacional deveria ter como condição necessária, porém não suficiente, o uso da experimentação por parte do aluno. Porém, além dessa condição fundamental, o autor discorreu sobre dois outros tipos de características que um projeto deve ter e as separou em dois grupos: objetivas e não objetivas. Explicou-nos o autor que características objetivas são tão somente as essenciais ou obrigatórias e as características não objetivas são as não obrigatórias: Desta forma, apresentou como características objetivas:

1. *" A possibilidade de realização de atividades que não exijam um ambiente especial, ou seja, o cômodo chamado de laboratório;*
2. *O uso de materiais de baixo custo e fácil obtenção;*
3. *A possibilidade de se desmembrar a experiência em partes, devido ao tempo que se dedica ao ensino de Física;*
4. *A possibilidade de se atender a diferentes graus de aptidão, de acordo com as habilidades dos alunos;*
5. *A possibilidade de atender a uma grande diversidade de interesses."*

Como características não-objetivas:

1. *"A inclusão dos conceitos a serem aprendidos dentro de contextos que sejam motivadores para os jovens;*
2. *Os enfoques devem incluir abordagens históricas;*
3. *Os enfoques devem possuir um enfoque humanista;*
4. *Deve-se incluir atividades que envolvam várias áreas da Física;*
5. *Deve-se incluir temas instigadores de discussões que propiciem ocasiões para se dimensionar a capacidade de raciocínio e verbalização dos alunos;*
6. *Deve-se incluir oportunidades do educando evidenciar seu valor através de ações e de sua interação com os colegas e com o próprio professor;*
7. *Deve-se favorecer as situações de cooperação ao invés de favorecer situações de competição."*

Conclusões do Autor

A partir da percepção de que os alunos e os professores apresentavam como dificuldades para identificar fenômenos físicos, e considerando a eficácia dos projetos estrangeiros e as dificuldades econômicas, sociais e educacionais brasileiras, o autor propôs o seu projeto nacional, para o ensino secundário, intitulando-o "Um Projeto Brasileiro para o Ensino da Física".

Os cinco módulos que compõem o projeto ("O Céu", "Mecânica", "O trabalho dos Elétrons", "Luz e Ondas" e "Átomo e Estrutura da Matéria") possuem três níveis de dificuldade ("Leitura", "Se você quiser saber um pouco mais" e "Um pouco mais ainda"). Na ocasião da defesa de seu doutorado, somente os dois primeiros módulos estavam concluídos. O terceiro estava em andamento. Nos módulos concluídos, o autor faz sugestões econômicas para substituir equipamentos caros, porém primando por um recurso relativamente caro: a fotografia estroboscópica, que tem a finalidade de elucidar o conceito de trajetória.

No módulo *"O Céu"*, o autor utiliza a astronomia como ponto de partida para o estudo das outras ciências, alegando que esta é a mais antiga das ciências, pois há registros de 7.000 anos atrás. Neste módulo, o autor apresenta um enfoque humanista e histórico da ciência, porém trata de seus tópicos com simplicidade e economia de material experimental. Usa ripas de madeira como gnômons, balões de vidro e fita métrica para traçar o equador celeste e a eclítica.

No módulo *"Mecânica"*; diferentemente da maioria dos autores que começa pela cinemática, ou mesmo pelas leis de Newton, Caniato apresenta inicialmente o conceito de energia mecânica. Para as atividades experimentais, sugeriu o uso de materiais alternativos como estilingues, vassouras ou ratoeiras.

Finalmente, em suas conclusões, ele afirmou que seu trabalho deveria se desdobrar em várias frentes, tais como a produção de material didático, a formação de uma estrutura para dar assistência aos professores que utilizassem seu projeto, e a criação de uma estrutura de retro-alimentação do processo.

1.2 - O Trabalho de Soares

"Laboratório Didático de Física no Ciclo Básico da Universidade"

Dissertação submetida ao Instituto de Física e à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, em 1977, para a obtenção do grau de mestre em Ensino de Ciências, Modalidade Física, de **Vera Lúcia Lemos Soares**, sob a orientação do Prof. Dr. Ernest W. Hamburger.

Resumo do Trabalho

Soares faz uma análise do ensino de Física teórica e experimental no ciclo básico dos cursos de Ciências exatas na Universidade de São Paulo.

O Objetivo da Pesquisa

Após analisar a estrutura dos laboratórios de ensino de Física, no ciclo básico da USP, e as estruturas alternativas conhecidas, a autora fez uma proposta organizacional para tais laboratórios.

Desenvolvimento

O autor dividiu o seu trabalho em duas partes. Na primeira, "Uma discussão sobre o ensino teórico e experimental de Física no ciclo básico da universidade", ela discutiu sobre três temas: "Uma comparação entre os objetivos propostos na reforma universitária de 1968 e os objetivos propostos pelos professores no referido ciclo"; "A organização e a eficiência didática das disciplinas de Física no ciclo básico" e "Experiências educacionais nessas disciplinas".

Já na segunda parte, "Uma discussão específica sobre o ensino experimental de Física no ciclo básico da universidade", a autora fez considerações sobre o laboratório de ensino convencional; analisou os objetivos do laboratório de ensino; discutiu as

novas propostas de organização do ensino no laboratório; avaliou o desempenho dos alunos nas atividades experimentais de Física e caracterizou o laboratório de ensino de Física do primeiro ano da USP e concluiu fazendo recomendações quanto à organização do laboratório didático nos cursos básicos de Ciências exatas.

Essencialmente, a autora ao referir-se ao ensino de Física teórica como experimental, defendeu, a priori, a idéia de que, mais do que um método pedagógico, fazia-se necessária a organização de um certo curso e a definição de seus objetivos. Ela analisou se a organização dos cursos de laboratório de Física do ciclo básico e a definição dos objetivos realmente podem representar uma melhoria na qualidade de ensino.

Conclusões do trabalho

Após reflexões sobre muitos erros de organização nas experiências de laboratório de Física no ciclo básico da USP, Soares chega às seguintes conclusões:

- Os objetivos reais são insatisfatórios, tanto para professores como para alunos;
- O objetivo de auxiliar as aulas teóricas não é alcançado, quando não há sincronização entre as aulas teóricas e experimentais;
- Quando os resultados são conhecidos de antemão pelos alunos, os objetivos ficam restritos à determinação experimental de grandezas Físicas ou à verificação de leis;
- Guias muito detalhados deixam pouco, ou quase nada, para o aluno decidir;
- A definição de objetivos do laboratório ajuda a distinguir o que pode ser ensinado mais adequadamente nessas atividades do que nas aulas teóricas;
- No laboratório, para auxiliar o entendimento das aulas teóricas, as experiências podem ser mais dirigidas, estruturadas e simples de serem analisadas;
- Pode-se aumentar o número de experiências, sem aumentar a carga horária desde que haja uma prévia organização de objetivos;

- O laboratório que tenha como objetivo desenvolver a 'arte da experimentação' deve ser aberto ou divergente, permitindo ao aluno decidir sobre os objetivos e os procedimentos.

A autora em suas considerações finais diz ainda que, para cada tipo de objetivo, há um laboratório adequado, sendo assim necessária a definição destes objetivos para a correta organização do ensino em laboratório.

1.3 - O Trabalho de Salomão

"Método Laboratorial para o Estudo de Radiações Eletromagnéticas"

Dissertação apresentada ao Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em 1977, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Física de **Maria Rejane Salomão**, sob orientação do Dr. Moacir Índio da Costa Jr. e MS. Wido H. Schreiner.

Resumo do Trabalho

Salomão faz uma análise das respostas dadas a um questionário respondido por alunos dos cursos de Física, Química e Matemática, que cursaram a disciplina FIS 127, oferecida pelo Departamento de Física da UFRGS usando a "instrução por descoberta".

O Objetivo da Pesquisa

Havia vários problemas de ensino e aprendizagem nos cursos de Física Geral, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Os problemas eram: o grande número de alunos por turma; estratégias de ensino pouco eficientes; preocupação predominante com a informação de conhecimentos; atendimento individual ruim e aproveitamento inadequado dos laboratórios e de seus equipamentos. As aulas, até então, eram do tipo expositivas, o que as tornavam alvo de muitas críticas.

Vários métodos de ensino haviam sido propostos e alguns experimentados até 1976, mas os resultados não eram satisfatórios, não do ponto de vista de aprovações, mas do ponto de vista do aprendizado efetivo. É neste momento que a autora, fazendo uma crítica a tais métodos, cria um novo método intitulado *método laboratorial* e o aplica por dois semestres na disciplina *radiações eletromagnéticas* - FIS 127.

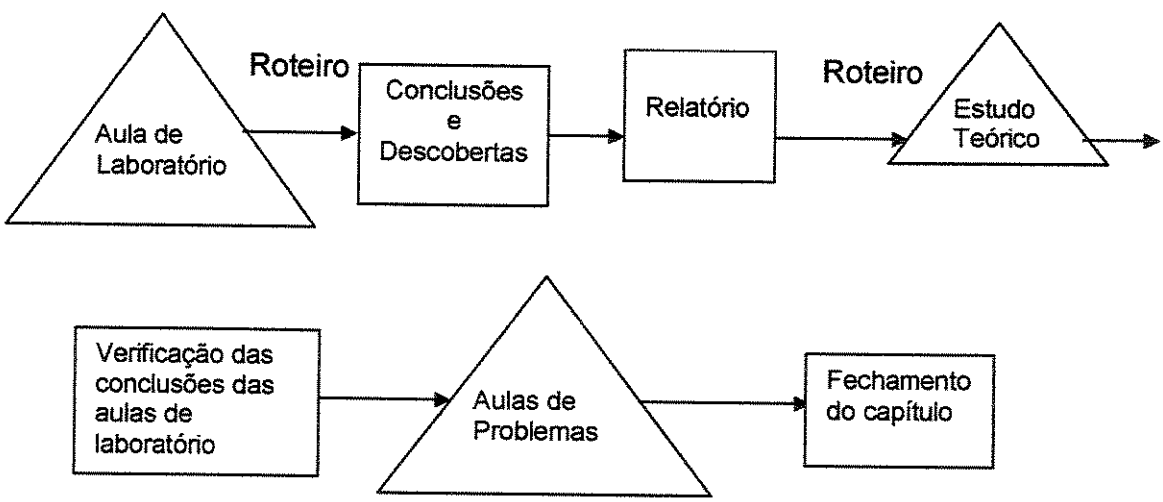
Este método se assemelha ao de Taylor, Allenson e Piercy, pelo conteúdo em questão e pelo teor da descoberta: as experiências são feitas antes do estudo teórico. A

diferença se dá nas aulas teóricas. No método de Taylor, Allenson e Piercy, o estudo teórico é feito num curso paralelo ao trabalho de laboratório e no *método laboratorial.*

Desenvolvimento

O método foi utilizado no curso de Física 127, cujo conteúdo era o estudo de radiações eletromagnéticas, numa turma de 25 alunos, no segundo semestre de 1976 e numa turma de 19 alunos, no primeiro semestre de 1977, dos cursos de Física, de Química e de Matemática. O autor escolheu o Halliday e Resnick como livro texto por apresentar um tratamento unificado sobre radiação eletromagnética e por ser o de mais fácil acesso na UFRGS, no referido momento; porém, outros livros, como o Hasen & Pidd e o Alonso & Finn, foram sugeridos como leitura suplementar.

A estrutura do *método laboratorial* é a seguinte:



As aulas de laboratório constavam de doze experiências: cinco sobre propagação de ondas e sete sobre a natureza das mesmas.

Conclusões da autora

O número reduzido de alunos e a não existência de turmas de controle geraram dificuldades de levantamentos estatísticos. Porém, a autora se valeu de histogramas e

da técnica de Likert, para verificar as tendências das opiniões dos alunos. Ainda assim, teve problemas com a fidedignidade dos questionários.

No entanto, as opiniões das duas turmas foram favoráveis ao método. Notoriamente, os histogramas e os resultados do teste de Likert aprovaram o *método laboratorial*. A única ressalva explícita foi quanto ao tempo despendido pelos alunos no curso: para alguns, grande demais. Concluiu também que esta metodologia de ensino pode ser utilizada em grande parte do ensino de Física Geral.

1.4 - O Trabalho de Galli

"O Sistema de Instrução Personalizada no Laboratório de Física – Resultados de uma Pesquisa."

Dissertação apresentada à Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, em 1977, para a obtenção do título de mestre em Educação de **Cláudio Galli**, sob orientação da Dra. Lady Lina Traldi.

Resumo do Trabalho

Trata-se de uma experiência investigativa que verifica a eficiência do método Keller ou Sistema de Instrução Personalizada no ensino de laboratório de Física. Em especial, nos primeiros cursos de laboratório de Física dos cursos de Engenharia, no caso, Laboratório de Física I e Laboratório de Elementos de Física I.

O Objetivo da Pesquisa

São duas as perguntas do autor, que são apresentadas sob a forma de hipóteses.

Hipótese 1:

> *"Existe diferença significativa e favorável no rendimento escolar do grupo de alunos que recebem informações teóricas para realizar experiências de Laboratório através do Sistema de Instrução Personalizada em relação ao grupo de alunos que recebem as mesmas informações através de aulas expositivas".*

Hipótese 2:

> *"As experiências das disciplinas de Laboratório de Física I e do Laboratório de Elementos de Física I são melhor realizadas e concluídas pelos alunos que receberam as informações teóricas através do Sistema de Informação Personalizada do que aquelas realizadas pelos alunos que receberam as mesmas informações através de aulas expositivas.".*

Desenvolvimento

Com base no baixo rendimento dos alunos nas disciplinas Laboratório de Física I e Laboratório de Elementos de Física I (disciplinas de "massa"), na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, o autor escolheu como tentativa de solução do problema o S.I.P. – Sistema de Instrução Personalizada – ou Método Kellier.

Quanto ao método, o autor ressalta que todos os alunos, não apenas alguns, devem adquirir conhecimentos a um nível de aceitação fixado pelo professor. Ou seja, o aluno só tem permissão para avançar quando demonstra domínio completo do capítulo precedente. Este método respeita o ritmo de aprendizagem de cada aluno, prezando pela flexibilidade de horários, ou seja, os laboratórios devem permanecer abertos com a presença de monitores, durante todos os períodos letivos (manhã, tarde e noite).

As lições são fragmentadas em pequenas unidades e dá-se ênfase à comunicação escrita, para se respeitar o ritmo do aluno. Não se desprezam as exposições orais, ou a participação verbal dos monitores; aliás, esta última é de extrema importância para o autor do método. Os alunos são avaliados ao final de cada lição. Os trabalhos puderam ser feitos em grupos de até cinco alunos (de acordo com a quantidade de "kits" disponíveis).

Para a utilização do S.I.P., o autor elaborou um sistema de fichas. Uma das fichas possuía as informações a respeito de um certo conteúdo. Outra ficha continha exercícios, questões ou testes sobre o conteúdo da primeira. Uma terceira ficha de auto-correção era dada ao aluno para qeu comparasse suas respostas dadas na segunda ficha, na presença de um monitor.

Devido ao respeito pelo ritmo do aluno, o monitor e o seu treinamento foram fundamentais no trabalho de Galli. Ele conseguiu treinar um monitor para cada dez alunos e dedicou uma primeira etapa de seu trabalho só para o treinamento desses monitores, chamando esta etapa de "fase piloto".

Para responder às duas perguntas, Galli dividiu a sua pesquisa em duas etapas. A primeira etapa, ou fase piloto, foi realizada com uma amostra aleatória da população estudantil matriculada em Laboratório de Física I, no primeiro semestre de 1976. Formou-se uma turma de controle com 49 alunos, que foi submetida ao ensino tradicional e uma turma experimental com 48 alunos submetida ao S.I.P. Já na segunda etapa, onde também havia uma turma de controle e uma experimental, foi introduzido um outro professor não comprometido com o método Keller, porém conhecedor deste e que mantinha freqüentes contatos com Galli, de forma a não haver vícios, deslizes, ou falhas que comprometessem os futuros levantamentos estatísticos. Desta forma, a variável "professor" deveria ser eliminada.

Além da "eliminação de variável", outro aspecto importante foi o teste em termos de fidedignidade e validade dos instrumentos de avaliação anteriormente às suas aplicações. Dois instrumentos de avaliação foram preparados; um para cada hipótese.

Conclusões do Autor

O tratamento estatístico considerado por Galli foi baseado na prova U de Mann-Whitney, para comparar os resultados de dois grupos independentes oriundos da mesma população alvo a partir de medidas ordinárias.

Os resultados apurados confirmaram a primeira hipótese como verdadeira, porém não confirmaram a segunda. Assim, Galli concluiu que era viável a aplicação do S.I.P. no ensino de Laboratório de Física, apesar de apenas a primeira hipótese ter sido comprovada, uma vez que tal metodologia de ensino pode reduzir os índices de reprovação devendo ser extensível a outras disciplinas da Física.

1.5 - O Trabalho de Ferreira

"Proposta de Laboratório para a Escola Brasileira - Um Ensaio sobre a Instrumentação no Ensino Médio de Física."

Dissertação de mestrado de **Norberto C. Ferreira**, submetida ao Instituto de Física e à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, em 1978, sob a orientação da Prof. Dra. Myriam Krasilchik.

Resumo do Trabalho

Em 1978, Norberto C. Ferreira fez uma proposta pedagógica para o Laboratório de Ensino de Física no Segundo Grau, baseado em seu estudo sobre os tipos de laboratórios didáticos já existentes e sobre os problemas no ensino de Física. A proposta consiste na construção, pelos estudantes, de laboratórios de baixo custo.

O Objetivo da Pesquisa

O objetivo de Ferreira foi analisar os tipos de laboratório de ensino de Física e verificar se algum deles se adaptaria à realidade do ensino no Brasil.

Desenvolvimento

O autor disse ser consenso entre os professores de Física a visão de que o laboratório didático é importante para uma aprendizagem efetiva dessa matéria. Falou que até então os cursos de Física no segundo grau eram muito dedutivos, áridos e que o laboratório aparecia como simples apêndice da Física.

Referiu-se brevemente aos projetos importados PSSC, Harvard e Nuffield, falou sobre a importância desses e apresentou o fator econômico como a grande dificuldade na adaptação desses projetos ao ensino médio no Brasil.

"*Por que utilizar um laboratório num curso de Física?*" – Pergunta-se Ferreira, se realmente, frente ao fator econômico, o laboratório é imprescindível no ensino de segundo grau.

Para responder a esta pergunta, o autor voltou-se para os [illegible] epistemológicos e psicológicos relacionados com o assunto. Apresentou os [illegible] piagetianos das fases do Operatório Concreto e do Operatório Abstrato e afirmou acreditar que o laboratório didático é muito importante para que os alunos passem de uma fase para a outra.

Estudando Bruner, entendeu que os alunos somente passam a ter atitudes de experimentador ao atingirem a fase da abstração, uma vez que pela teoria piagetiana não existem conhecimentos experimentais puros, apenas conhecimentos lógico-matemáticos puros. Assim, a experiência só é acessível por intermédio de quadros lógico-matemáticos. Dessa forma, para Ferreira, a causa e o efeito pareciam trocar de ordem, porque se realmente o laboratório só fizesse sentido para alunos já na fase operatória abstrata, de que valeria o laboratório para alunos ainda na fase do operatório concreto? O laboratório não os ajudaria na mudança de fase?

Mas, prosseguindo suas reflexões, com base em Bruner, o autor concluiu que a experimentação é muito relevante para que os alunos ainda no operatório concreto 'pulem' para o operatório formal ou abstrato. Mesmo que esses alunos não entendam a essência da Física por trás da experiência, esta propiciaria o referido 'pulo' para a fase abstrata. Por outro lado, as atividades experimentais para a compreensão da Física, efetivamente só têm o teor de um exercício completo de uma aprendizagem significativa quando o aluno já está na fase abstrata. Ferreira acredita que experiências demonstrativas não despertam interesse no aluno e apresenta sua simpatia pela idéia do lúdico e cita o próprio Piaget:

> "*O que se deseja é que o professor deixe de ser um simples conferencista e que estimule a pesquisa e o esforço ao invés de se contentar com soluções já*

prontas. (...) Eles gostam de produzir, construir, muito mais do que 'adquirir' conceitos usando os mesmos".(apud Ferreira, 1978)

E é com base nestas últimas afirmações de Piaget que Ferreira propôs o seu projeto de ensino.

O autor afirmou que muitos alunos do ensino médio ainda estão na fase do operatório concreto e, por isto, o laboratório deverá ter duas funções: colaborar com o despertar da abstração de uns e propiciar uma evolução científico-cognitiva em outros.

Ciente dessa dupla função, Ferreira apresentou os tipos de laboratório didático de Física: as experiências de cátedra, o laboratório tradicional, o laboratório divergente, o laboratório aberto, o laboratório de projetos, o laboratório à disposição dos alunos e o laboratório por redescoberta ou simplesmente laboratório por descoberta. No desenrolar de sua apresentação, ele foi dando as diretivas da sua preferência.

a) As experiências de cátedra

As experiências de cátedra são aquelas ditas demonstrativas, nas quais o professor monta e executa a experiência. Ferreira diz que as experiências de cátedra não despertam interesse no aluno, o que exclui a possibilidade de que seu projeto tenha tal tendência. Acredita que aquele que prepara e executa a experiência torna-se o motivado.

b) O laboratório tradicional

Ferreira diz que não se sabe o que é o laboratório tradicional, apenas convenciona-se o que é. Porém, elucida que os objetivos deste são: habilitar o manuseio de equipamentos, realizar experiências, motivar o aluno, introduzir o método científico e, por fim, dar suporte aos cursos técnicos. No laboratório tradicional, além da presença de um professor ou de um monitor, deve haver um texto guia que dê ao aluno uma pequena liberdade de ação, porém que limite o seu poder de decisão. Isto afasta o

professor do centro das atenções e aproxima o aluno do instrumento, diluindo a necessidade da intermediação do professor.

As críticas de Ferreira ao laboratório tradicional são as seguintes: Além da carência econômica das escolas brasileiras, fato que limita a aquisição de equipamentos de laboratório, é comum nos laboratórios tradicionais haver uma exagerada ênfase aos relatórios, além dos guias não possuírem um planejamento global das experiências. Esses fatores geram no aluno um sentimento de rotina, o que é desestimulante.

c) O laboratório divergente

Enquanto o laboratório tradicional é altamente convergente, ou seja, é do tipo "*siga os passos para atingir o alvo*" e preocupa-se essencialmente em verificar teorias, o laboratório divergente tem como base o contrário, ou seja, após tarefas comuns a todos, é aberto ao aluno um leque de opções de aprofundamento num dado tema.

Ferreira mostra a sua simpatia por esse tipo, dizendo que o laboratório divergente *"assume um compromisso"* entre o laboratório tradicional e o laboratório aberto.

d) O laboratório aberto e o laboratório de projetos

O laboratório aberto é aquele que dá liberdade de horário para os alunos. Quando este, além da liberdade de horário, dá liberdade de ação aos alunos, passa a ser chamado de laboratório de projetos. Neste último, o papel do professor é de planificar e direcionar os trabalhos propostos. A diferença básica entre o laboratório divergente e o de projetos é que neste último o aluno não precisa executar tarefas em comum antes de partir para o seu próprio projeto. O aluno escolhe e executa, enquanto o professor planifica, incentiva, delimita e direciona.

Ferreira não tece críticas pesadas sobre o Laboratório Aberto, mas cita as críticas negativas de King, que acredita que o laboratório aberto é um exemplo de desperdício

de tempo já que os alunos vão fazer experiências '*só para ver o que acontece*', sem qualquer embasamento teórico. Já a postura de Ferreira é uma restrição suave. Ele acredita que o laboratório de projetos deve acontecer na vida do aluno, depois que este passa pelo laboratório divergente.

e) O laboratório à disposição do aluno

Trata-se, como o nome diz, de um laboratório onde o material de estudo é deixado à disposição dos alunos para consulta. São também chamados de laboratórios de corredor, prateleiras de demonstração, bibliotecas de instrumentos ou *walk-in laboratory*.

Em sua breve abordagem, Ferreira diz que o material deve ser barato e resistente por este tipo de laboratório prescindir de monitores. Além disso, o princípio científico deve ser ilustrado quantitativa e qualitativamente, de forma que o aluno não cometa erros que possam, por exemplo, ser catastróficos. Em última análise, Ferreira cita a postura de Rogers (apud Ferreira, 1978) : *"Esse tipo de laboratório só serve para bem dotados."*

f) O laboratório por redescoberta ou, simplesmente, laboratório por descoberta.

Neste tipo de laboratório, promove-se de forma estruturada a redescoberta de uma lei ou teoria a partir de uma ou várias experiências. O professor organiza cuidadosamente um conjunto de atividades as quais o aluno executa de forma a culminar com o 'estalo' ou *insight* da descoberta do princípio ou conceito que o professor almeja. O aluno deve sentir-se um pesquisador tendo o professor como co-pesquisador. Além da estruturação, este tipo de laboratório é caracterizado pelo direcionamento do professor que deve orientar e dirigir o trabalho do aluno. Porém, o mesmo deve se manter afastado o suficiente para não tirar a satisfação do aluno em descobrir por seu próprio mérito. Há uma característica lúdica na redescoberta. Há um jogo entre o aluno e o professor.

Conclusões do Autor

Podemos dizer que suas conclusões convergiram em uma proposta:

O tipo escolhido por Ferreira para elaborar a sua proposta foi o laboratório por redescoberta, o que é reforçado com este texto de Gagné (apud, Ferreira, 1978): "*Quando há 'redescoberta' o aprendizado é mais efetivo.(...) Pode demorar, mas haverá vitória e uma sensação de dever cumprido.*"

Ferreira questionou, sem concluir, a eficiência didática dos "Kits" de laboratório. Porém, explicitou que seria condizente com a realidade econômica brasileira que os alunos construíssem seu próprio material de laboratório, seu próprio equipamento. Isto seria por um lado lúdico e por outro coerente com a redescoberta, algo assim como uma re-invenção. Além disso, após a montagem do equipamento de laboratório, o professor orientaria o aluno nos processos de redescoberta de leis que explicassem fenômenos.

Na proposta de construção de equipamentos do autor, há uma orientação quanto à seqüência de procedimentos que se mescla com as orientações de execução da própria experiência por redescoberta: construção, aplicação, avaliação qualitativa, reflexão, reformulação e nova aplicação.

1.6 - O Trabalho de Gonçalves

"Laboratório Estruturado Versus Não-Estruturado: Estudo Comparativo em um Curso de Física Geral"

Dissertação apresentada ao Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em 1979, para a obtenção do título de mestre em Física de **Ennio Sallaberry Gonçalves**, sob orientação do Dr. Marco Antonio Moreira.

Resumo do Trabalho

Este trabalho é uma pesquisa de tendência investigativa que compara os resultados do desempenho acadêmico de dois grandes conjuntos de alunos do terceiro ou quarto semestres de Engenharia no curso de Física Geral (teoria e laboratório), cujo conteúdo era o Eletromagnetismo. Um desses dois grupos foi submetido ao ensino tradicional, tanto na parte teórica como na experimental, e foi identificado como o grupo do "laboratório estruturado". O outro grupo foi submetido a um tipo de ensino tido como não tradicional e foi identificado como o grupo do "laboratório não estruturado".

O Objetivo da Pesquisa

Antes de explicar o que se entende por laboratório estruturado e não estruturado e antes mesmo de expor a razão que levou o autor a dar uma ênfase ao estudo de laboratório, achamos conveniente explicitar a sua pergunta central: "*Haveria diferença, em termos de aprendizagem de conteúdo, decorrente de uma abordagem estruturada ao ensino de laboratório em comparação a uma abordagem não estruturada a esse mesmo ensino?*" Gonçalves (1979)

Desenvolvimento

Para justificar porque o seu trabalho enfocou a experimentação em Física e não o ensino teórico dessa disciplina, Gonçalves alega que apesar da Física Moderna envolver boa dose de raciocínio puro, esta é em sua essência uma Ciência experimental. Além disso, afirma aquele autor que: "*...pesquisas recentes (Renner,*

1976, Dunlop, 1976) revelam que muitos estudantes de Física dos últimos anos da escola secundária e, primeiros da escola superior não estão ainda no estágio das operações formais ou, pelo menos, não as usam como seria de se esperar. Isto é, estão ainda no estágio das operações concretas e, portanto, não podem trabalhar somente com abstrações."

Sem mais justificativas, o autor tomou como pressuposto que o laboratório é um componente indispensável nos cursos introdutórios de Física e partiu para a busca da resposta a sua pergunta. Citando o trabalho de Romey (apud Gonçalves, 1979), o autor explicita as diferenças entre os dois tipos de atividades, cujas aplicações específicas no laboratório de ensino de Física estão em comparação:

"... nas atividades estruturadas o aluno recebe instruções que o guiam através de um procedimento destinado a produzir certos resultados específicos; por outro lado, uma atividade completamente não estruturada simplesmente propõe um problema ao aluno e o deixa completamente livre para usar os procedimentos que lhe aprouver, organizar seus próprios dados e chegar a suas próprias generalizações".- (Gonçalves 1979).

Uma atividade estruturada bem planejada, segundo Romey (Gonçalves, 1979), deve:

a) Propor um problema;

b) Sugerir um procedimento para a coleta de dados;

c) Dar ao aluno o tempo necessário para coletar os dados da maneira sugerida;

d) Requerer do aluno que organize seus dados em tabelas e gráficos;

e) Requerer do aluno que responda uma série de questões sobre seus dados;

f) Requerer do aluno que generalize a partir de seus dados e que se prepare para defender suas generalizações perante a classe.

Já uma atividade não estruturada, para ser bem sucedida, deve obedecer três pontos:

a) O problema deve ser formulado adequadamente;

b) A classe deve estar preparada para trabalhar dessa maneira;

c) O professor deve saber como conduzir a classe através do uso apropriado de sugestões e perguntas.

Três posicionamentos teóricos serviram como referência para a organização dos laboratórios estruturados e não estruturados, além de permitirem a formulação de uma hipótese de trabalho.

1. Gallagher

Gonçalves usou a teoria de Gallagher como base teórica para a elaboração das aulas dos grupos de controle, ou do laboratório estruturado, porque este modelo lhe permitiu criar uma instrução programada.

2. Bruner

Gonçalves usou a teoria de Bruner como base teórica para a elaboração das aulas dos grupos experimentais, ou do laboratório não estruturado, porque, como veremos, este modelo permite explorar alternativas no processo da descoberta.

3. Ausubel

A teoria cognitivista da aprendizagem de David Ausubel baseia-se no conceito da *aprendizagem significativa*. Neste tipo de aprendizagem, as informações novas, ou conceitos novos relacionam-se com pelo menos um aspecto relevante da estrutura de conhecimentos que o indivíduo já possui. Os conhecimentos pré-existentes são chamados por Ausubel de *subsunçores*.

Quando uma nova informação chega ao indivíduo, para que a aprendizagem seja significativa, ela deve 'ancorar-se' num *subsunçor* relevante, ou seja, num conceito pré-

existente que se relacione com esta nova informação. Desta forma, o subsunçor evolui por ter agregado e interagido com a nova informação. Segundo este modelo, pode-se dizer que a estrutura mental de um indivíduo é altamente hierarquizada, pois cada novo conhecimento está ligado a outro mais profundo ou mais *inclusivo*, na linguagem deste paradigma. Por isso, Ausubel afirma que se quisermos ensinar algo a alguém, devemos investigar previamente o que ela já sabe sobre o tema e deste ponto partirmos. Este tipo de aprendizagem difere da *aprendizagem mecânica* na qual as novas informações pouco se relacionam com os conceitos relevantes já existentes ou *subsunçores*. No entanto, Ausubel não acredita em uma dicotomia entre estes dois tipos de aprendizagem, ele apresenta a idéia do *continuum*, ou seja, uma aprendizagem pode estar em qualquer nível de significância entre a *mecânica* e a *significativa*.

Gonçalves faz a seguinte referência a Ausubel, no que se refere à idéia do *continuum*:

"*Da mesma forma essa distinção não deve ser confundida com a distinção entre aprendizagem por descoberta e aprendizagem por recepção. Segundo Ausubel, na aprendizagem por recepção o que deve ser aprendido é apresentado ao aprendiz em sua forma final, enquanto que na aprendizagem por descoberta o conteúdo principal a ser aprendido deve ser descoberto pelo aprendiz. Entretanto, após a descoberta em si, a aprendizagem só é significativa se o conteúdo descoberto ligar-se a conceitos subsunçores relevantes já existentes na estrutura cognitiva. Ou seja, quer por recepção ou por descoberta, a aprendizagem é significativa, segundo a concepção ausubeliana, se a nova informação incorporar-se de forma não arbitrária á estrutura cognitiva*".

Baseando-se na teoria de AUSUBEL, o autor percebe que o laboratório estruturado se aproxima da aprendizagem receptiva e o laboratório não estruturado se aproxima da aprendizagem por redescoberta. Porém, ele ressalta que apenas se aproximam. E, valendo-se do conceito do *continuum*, afirma:

"*De fato, parece razoável supor que, dentro do continuum aprendizagem receptiva - aprendizagem por descoberta, o laboratório estruturado está voltado para um dos extremos (o da aprendizagem receptiva) e o não estruturado para o outro (o da descoberta), embora nenhum deles se situe exatamente nestes extremos. Entretanto, na medida em que essa suposição for válida, chega-se facilmente à conclusão de que, segundo um ponto de vista ausubeliano, não é de se esperar diferenças significativas,*

em termos de aprendizagem de conteúdo, devidas ao laboratório estruturado em comparação com o não estruturado". - Gonçalves (1979)

Desta forma, o autor formulou a seguinte hipótese de trabalho:

"*Não existe diferença estatisticamente significativa, devida ao laboratório estruturado em comparação com o não estruturado, no desempenho dos alunos em testes de conhecimento do conteúdo baseados na definição operacional de objetivos de um experimento de laboratório ao nível de Física Geral*". - Gonçalves (1979)

Levando em consideração que além da grande divisão entre as atividades de laboratório estruturado e não estruturado, da relação entre estes dois e do tipo de aula teórica (tradicional ou individualizada), o autor dividiu o seu trabalho em duas fases:

Na primeira fase, que ocorre no primeiro semestre de 1979, o autor divide aleatoriamente um grupo de estudantes em duas turmas (G1 e G2). Ao grupo G1, foi aplicado um ensino baseado no método Keller de forma estruturada (com um roteiro detalhado). Ao grupo G2, foi aplicado um ensino baseado no método Keller, mas de forma não estruturada (com um roteiro menor). Já no segundo semestre, uma nova turma de alunos foi dividida aleatoriamente em dois grupos (G3 e G4). Ao grupo G3, foi aplicado um ensino convencional expositivo de forma estruturada. Ao grupo G4, foi aplicado um ensino convencional expositivo, porém não estruturado. Em cada um dos quatro grupos, foi aplicado pós-testes. Estes foram utilizados pelo autor para comparar, através do teste t, os grupos G1 e G2. Em seguida, também comparou os grupos G3 e G4 estatisticamente.

O laboratório estruturado teve por base o modelo de ensino de Gallagher (1966, apud Gonçalves, 1979), ao passo que o laboratório não estruturado fundamentou-se na posição de Bruner (1976, apud Gonçalves, 1979).

Os quatro experimentos realizados por todos os grupos, porém nas formas descritas acima, foram:

a) Estudo de um campo elétrico com auxílio de uma cuba eletrolítica;
b) Verificação da Lei de Ohm e estudo de resistores lineares e não lineares;

c) Carga e descarga de um capacitor: circuito RC;

d) Indução eletromagnética.

Como a análise dos dados sofreu um tratamento estatístico, a escolha de qual aluno participaria de cada grupo foi aleatória. No laboratório estruturado, baseado no modelo de Gallagher, os alunos seguiam procedimentos detalhados, como instruções de uso dos equipamentos, como o objeto de estudo devia ser investigado, como as medidas deviam ser feitas, etc. Já no laboratório não estruturado, baseado no modelo de Bruner, os alunos recebiam breves noções do que deviam fazer. Após cada atividade, os alunos dos dois grupos eram individualmente avaliados com a mesma prova.

Como dissemos, o estudo foi dividido em duas fases. Na primeira fase, onde houve tanto atividades de laboratório estruturado - G1, como não estruturado - G2, os experimentos foram realizados sem limitação de tempo e de acordo com o ritmo próprio do aluno. Já na segunda fase, onde também houve tanto atividades de laboratório não estruturado - G3, como estruturado - G4, os experimentos foram realizados com limitação de tempo em duas horas.

Para fazer a comparação entre os níveis de aprendizado dos conteúdos adquiridos após cada aula, os alunos dos dois grupos eram individualmente avaliados com a mesma prova, previamente submetida a uma avaliação de fidedignidade medida pelo "método da metade". Por sua vez, os resultados dos alunos nessas provas eram submetidos a um tratamento estatístico do tipo "dois tratamentos e um pós-teste", submetido ao "teste t", tendo $\alpha = 0,05$ escolhido como nível de significância.

Conclusão do Autor

Não houve diferenças estatisticamente significantes na aprendizagem dos alunos dos grupos G1 e G2. Por outro lado, constatou-se diferenças estatisticamente significantes na aprendizagem dos alunos entre os grupos G3 e G4, em favor do grupo G3. A partir disso, o autor argumenta que o laboratório estruturado mostrou-se pelo

menos tão eficiente quanto o não estruturado, em relação à aprendizagem de conteúdo a partir da atividade laboratorial.

1.7 – O Trabalho de Almeida

"Introdução às Ciências Experimentais – Análise de Contingências, Programa e Avaliação de Curso."

Trabalho apresentado ao Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo, em 1979, para a obtenção do grau de mestre de **Maria José Pereira Monteiro de Almeida**, sob orientação da Dra. Carolina Martucelli Bori.

Resumo do Trabalho

Esta dissertação apresenta uma tentativa de solução para o problema de baixo rendimento e alto índice de reprovação no curso Introdução à Ciência Experimental (ICE I), para os alunos do Curso de Licenciatura Curta em Ciências.

A autora nos apresenta a sua estratégia de ação pedagógica e a própria ação pedagógica em si, durante um ano de atividade. Sua estratégia consistiu no que a autora chamou de um programa de contingências para o referido curso. Entenda-se como contingência um processo de interação e re-direcionamento de atividades conforme o que o corpo docente, acompanhado da pesquisadora (autora da dissertação), pôde perceber durante a aplicação de uma proposta básica. Para isto, a autora valeu-se da idéia de usar as próprias aulas de laboratório de Ciências para a aplicação de seu projeto. De acordo com os parâmetros curriculares vigentes na época (1979), neste curso, ou disciplina, eram ministradas aulas tanto de Física e Química, como de Biologia.

O Objetivo da Pesquisa

Almeida buscou identificar as causas do baixo rendimento na referida disciplina, elaborar uma proposta de solução e executá-la.

Desenvolvimento

A dissertação de Almeida apresentou, como já foi dito, um programa de contingências, como se deu a sua aplicação, como foram desenvolvidos os instrumentos de observação e como a eficácia das contingências programadas foi verificada.

Devido ao caráter experimental das disciplinas (Física, Química e Biologia), a autora optou por trabalhar com os alunos no laboratório interagindo com os mesmos, detectando as suas dificuldades e tendo em mente os comportamentos e objetivos pré-determinados, re-adaptando as suas contingências programadas, a fim de atingir as suas expectativas pedagógicas.

Foram considerados objetivos comportamentais finais, para o aluno: ter a capacidade de fazer observações e registros de dados num laboratório; saber tratar e interpretar dados experimentais simples e, finalmente, resolver problemas simples que envolviam as interpretações feitas em experimentos ou conceitos adquiridos. Foram definidos objetivos intermediários como, aprender a representar e interpretar gráficos, ler instrumentos, identificar etapas distintas de um experimento, etc., que permitiriam ao aluno atingir os objetivos finais. A estes objetivos intermediários, deu-se o nome de *etapa*.

Para que os alunos pudessem atingir tais objetivos, através de um conjunto de atividades de contingências programadas no laboratório do curso de ICE I, a pesquisadora redigiu um programa baseado num *planejamento de condições*.

Este *planejamento de condições* foi assim estruturado:

a) Atividades

Almeida afirmou que certos comportamentos ocorrem com maior freqüência ao se fazer certos tipos de atividades, que não outras. Assim, a autora optou por um programa que envolvia as seguintes atividades: Leitura, Exercícios de Laboratório,

Redação de Relatórios, Resolução de Problemas e Discussão em Grupo. Cada uma dessas atividades é amplamente defendida, frente ao programa de contingências, e são apresentadas como as estruturas teóricas de sua base de pensamento.

b) Conteúdo, Objetivos das Etapas e Seqüência de uma Atividade

Para definir o conteúdo mais adequado a ser utilizado como meio de investigação, a autora não só por questões de disponibilidade de material de laboratório, mas sobretudo pela experiência prévia de sua formação acadêmica, optou pela Física. Ressaltou que tal escolha em nada prejudicaria seus intuitos. Baseando-se em Ausubel (apud Almeida, 1979): *"A Ciência tem seu método próprio de investigação"*, e ainda, apoiando-se na idéia de que os princípios são gerais para a Ciência, segundo Gagné (apud Almeida, 1979), estabeleceu que os objetivos de cada seriam medidos apenas em nível de *conhecimento*, *compreensão* ou *aplicação*, segundo a taxonomia de Bloom, Engelhardt, Furst, Hill e Krathwell.

Num total de 25 etapas, que vai da apresentação da disciplina, passando pelas experiências no laboratório, até chegar à avaliação, a autora definiu as atividades didático-investigativas.

c) Critério de Desempenho

O objetivo da pesquisadora era levar o maior número possível de alunos à aprovação, valendo-se do controle de seus comportamentos e do acompanhamento de seus desempenhos, ou como ela diz: "controlando as contingências programadas". Almeida queria maximizar a emissão de comportamentos desejados e diminuir as punições; para tanto, dividiu o conteúdo nas pequenas etapas descritas, para tornar viáveis avaliações imediatas, o que favoreceria ao aluno. Ou seja, os comportamentos não desejados seriam identificados e corrigidos constantemente, mas foi necessário o estabelecimento de critérios mínimos de desempenho.

Para as atividades cuja avaliação era direta (exercícios de laboratório e redação de relatório), a autora estabeleceu que o desempenho do aluno deveria ser de 100%.

Caso não o obtivesse, o aluno deveria refazer a tarefa tantas vezes quantas fossem necessárias até que fosse atingido 100% de rendimento. Já para as outras atividades com avaliação indireta, não foi estabelecido um critério mínimo de desempenho.

d) Critério de Avaliação

De acordo com o regimento interno da Faculdade, o aluno que tivesse de 91 a 100 créditos teria conceito 'A', de 81 a 90, B e de 75 a 80 C. Estes estariam aprovados. Se o aluno obtivesse menos de 65 créditos estaria reprovado, mas se obtivesse de 65 a 74 créditos teria direito a um exame. Caso aprovado no exame, teria, com qualquer nota neste, o conceito final C.

e) Material

A elaboração do material pedagógico de forma que as contingências programadas fossem atingidas foi uma das etapas do trabalho. Este material foi composto de um Guia de Estudo para os alunos, e de instruções para os professores que ministravam o curso de ICE I, contendo os objetivos de cada etapa, os procedimentos programados e seus porquês. Além desse guia, havia uma Caixa de Correspondência que viabilizava a interação por escrito entre os alunos e os professores, por meio de bilhetes que podiam, ou não, ser assinados.

f) Controles

Além do controle imposto pela seqüência das etapas, outros controles foram predeterminados, tais como: o aluno que não comparecesse em uma aula devia iniciar suas tarefas no ponto em que havia parado. Outro controle adicional era que somente poderia realizar um mini-exercício ou problema, o aluno que no momento da aplicação deste tivesse completado as contingências anteriores; caso contrário, o aluno só teria direito à recuperação, que valia setenta e cinco por cento do problema ou mini-exercício.

g) Quanto à Aplicação do Programa

O material, ou seja, todas as experiências de laboratório, textos e avaliações foram redigidas durante a aplicação do programa. O objetivo era atingir certos comportamentos por parte dos alunos e sanar seus problemas, mas a autora desconhecia as causas desses problemas. Assim, Almeida teve que elaborar a sua proposta não só com base nas contingências programadas, ou nos comportamentos desejados, mas também teve que lançar mão de meios de averiguação de quais dificuldades de aprendizado os alunos apresentavam.

Para isto, a pesquisadora não só se valeu dos resultados dos vários tipos de avaliações da caixa de correspondências, mas de um recurso cuja importância é várias vezes salientada durante sua dissertação: a análise das gravações dos diálogos e das manifestações orais dos alunos durante os trabalhos. Desta forma, o programa foi interativamente sendo escrito e aplicado.

Conclusões da pesquisa

Mais do que responder à pergunta central, que era identificar quais os problemas que os alunos encontravam para serem aprovados na disciplina ICE I, a autora pretendeu solucionar o problema criando um programa que conduzisse os alunos a um bom aproveitamento do curso e uma conseqüente aprovação neste. Este objetivo central, segundo ela, foi satisfatoriamente atingido, uma vez que o programa fez com que o índice de reprovações fosse reduzido.

Os alunos opinaram favoravelmente ao curso, porém, segundo Almeida, o programa poderia ser melhorado.

1.8 - O Trabalho de Passos

"Um Estudo Sobre o Ensino de Laboratório em Nível Universitário Básico"

Dissertação apresentada ao Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em 1981, para a obtenção do título de mestre em Física de **Antônio Maria Freire Passos**, sob orientação do Dr. Marco Antonio Moreira.

Resumo do Trabalho

Este trabalho comparou as respostas de dois grupos (um experimental e outro de controle) de estudantes de Engenharia que cursavam a disciplina Física II - na UFRGS. Usando três experimentos, averiguou-se até que ponto os alunos são capazes de identificar o fenômeno físico envolvido num desses experimentos, além de identificar a questão básica sob investigação, o método utilizado e quais os resultados ou respostas para as referidas questões básicas. A esta identificação do fenômeno o autor chamou de identificação da "estrutura" do experimento.

O Objetivo da Pesquisa

O autor pesquisou se havia alguma diferença, em termos da aprendizagem da estrutura de um experimento, decorrente de uma abordagem ao ensino de laboratório que enfatizasse aspectos dessa estrutura em comparação a uma abordagem programada tradicional.

No decorrer da investigação, devido a problemas que serão oportunamente apresentados, o autor optou por repetir os testes frente à incorporação de uma segunda hipótese.

Desenvolvimento

Como houve um re-direcionamento da pesquisa de Passos durante o seu desenvolvimento, optamos, assim, por redirecionar a descrição de tal pesquisa seguindo a cronologia do referido autor; ou seja, primeiramente será apresentada a

pergunta inicial do autor e o resultado; depois será inserida a sua segunda pergunta, seguida de suas conclusões.

A Primeira Pergunta do Autor

> *"Haveria diferença, na identificação da(s) questão(ões) básica(s), do(s) fenômeno(s) de interesse(s), do(s) conceito(s) - chave, do método e do(s) resultado(s) de uma experiência de laboratório em que o aluno recebe instruções detalhadas em comparação àquela em que são deixadas a seu critério as decisões acerca dos procedimentos a serem seguidos?"*

Em outras palavras: aqueles alunos que receberam um conjunto de instruções, detalhando seus procedimentos, teriam compreendido melhor a estrutura do laboratório em comparação àqueles que tinham liberdade na escolha dos caminhos a seguir a fim de realizar um experimento com sucesso? Na realidade, o trabalho teve dois re-direcionamentos, o primeiro precedeu à própria pergunta inicial apresentada acima. Ou seja, para localizar o leitor no tempo, o que apresentamos abaixo, *Réplica do Estudo de Moreira*, foi apresentado por Passos antes da formulação da referida pergunta inicial.

A Réplica do Estudo de Moreira

O autor conduziu a pesquisa, baseado naquilo que ele chamou de uma *"Réplica do Estudo de Moreira"* - referindo-se ao seu orientador Marco Antonio Moreira que baseou seu experimento de avaliação de ensino de laboratório em cinco questões propostas por Gowin. Com isto, pretendeu avaliar os alunos, de forma não tradicional, quanto à identificação das questões básicas dos fenômenos envolvidos, além da identificação das questões-chave, do método usado e dos resultados obtidos.

As cinco questões de Gowin eram:

1) Qual é a questão básica? Ou ainda, quais são as questões básicas?
2) Quais são os conceitos-chave?
3) Qual é o método de investigação?
4) Quais são as asserções de conhecimento?
5) Quais são as asserções de valor?

Dois grupos de alunos de laboratório foram pesquisados por Moreira. Ambos realizaram os mesmos experimentos, porém o grupo de controle teve os guias de procedimentos de laboratório tradicionais e o grupo experimental teve guias com roteiros de laboratório consistentes com a teoria de Ausubel. Ou seja, esses últimos forneciam uma visão geral da teoria e da experimentação seguidos de uma revisão teórica necessária à realização da experiência, além de uma discussão das principais dificuldades que geralmente são apresentadas pelos alunos durante a realização das referidas experiências.

Moreira realizou quatro experiências com os dois grupos:

1) Estudo de um campo eletrostático simulado
2) Verificação da linearidade de resistores
3) Circuito RC
4) Indução eletromagnética

Baseando-se em Gowin, Moreira criou as seguintes questões:

1. O que foi que realmente você investigou?
2. Quais foram os conceitos-chave do Eletromagnetismo envolvidos na formulação de tais questões?
3. Quais foram os fenômenos eletromagnéticos envolvidos no experimento que você realizou?
4. Quais os resultados que você obteve?

As conclusões de Moreira foram que somente nos dois últimos experimentos (circuito RC e Indução Magnética) os estudantes do grupo experimental foram capazes de identificar a questão básica sob investigação e os conceitos-chave envolvidos no experimento. Além disso, de uma maneira geral, os dois grupos apresentaram um fraco desempenho.

A Primeira Parte do Trabalho de Passos

Passos, por sua vez, replicou o estudo de Moreira, porém envolvendo três áreas da Física: Eletromagnetismo, Mecânica e Óptica, além disso, seu trabalho se dividiu em três etapas.

Este estudo foi realizado no segundo semestre de 1977, no qual Passos propôs inicialmente cinco experimentos:

1) Estudo de um campo eletrostático simulado;
2) Verificação da linearidade de resistore;
3) Circuito RC (determinação da carga e descarga de um capacitor);
4) Colisões bidimensionais (estudo da conservação do momento linear);
5) Atividade Óptica.

As questões de avaliação foram idênticas às de Moreira em seu estudo. Os resultados obtidos foram novamente ruins e havia um notório descaso ou desleixo dos alunos em suas respostas. Assim, Passos intuiu que isto era devido a não existência de um vínculo das referidas avaliações e o currículo do aluno (não valia nota), por isso, partiu para uma segunda etapa em seu trabalho.

A Segunda Parte do Trabalho de Passos

No primeiro semestre de 1980, com dois grupos de estudantes de engenharia da disciplina Física II na UFRGS, o autor deu reinício ao seu trabalho: a segunda etapa.

Para sanar o problema encontrado na primeira etapa, Passos não fez com que as avaliações valessem nota, mas optou, para os dois grupos, pelo método Keller, ou S.I.P. *Sistema de Instrução Personalizada* (Moreira, apud Passos, 1981), que tem como princípio que o aluno só avança se tiver cem por cento de rendimento em certa etapa

do curso. Assim, o processo de avaliação poderia ocorrer, não de maneira escrita como na primeira etapa, mas sim, de forma oral, através de entrevistas.

O grupo de controle usou o guia de laboratório normalmente utilizado no sistema individualizado, o qual se caracteriza por sugerir instruções detalhadas de como o aluno deve proceder. Já o grupo experimental teve guias de laboratório que procuravam enfatizar as próprias questões em si. Ou seja, enfatizavam a relevância da questão estudada, os métodos de investigação e, por fim, o fenômeno em si. Estes guias do grupo experimental tiveram como estrutura a *organização seqüencial* da teoria de Ausubel, cujo cerne é a diferenciação conceitual progressiva: parte-se da organização das idéias mais gerais, para depois, ao longo do processo de ensino, ou do texto didático no caso, se diferenciar progressivamente os detalhes e as especificidades.

Após as entrevistas e um tratamento estatístico do tipo "dois tratamentos e apenas um pós-teste", Passos chegou aos resultados da segunda etapa.

Conclusões do Autor quanto à Primeira Pergunta:

"*De modo geral, não houve diferenças estatísticas significativas e os escores de ambos os grupos foram bastante baixos. (...) Portanto, é negativa a resposta à pergunta formulada para a segunda etapa no sentido de haver alguma diferença no desempenho dos alunos, nos testes utilizados, em decorrência do uso de diferentes guias de laboratório*".– (p. 40 Passos, 1981)

"*Pode-se dizer que o estudo feito, apesar de eventuais falhas metodológicas, confirma, de um modo geral, os resultados de Moreira (1980) no sentido de que os alunos, ao fazerem um experimento de laboratório, muitas vezes 'não sabem o que estão fazendo'. (...) não vêem a experimentação como uma maneira de produzir conhecimento*".- (p.45A, Passos, 1981)

Esta conclusão é coerente com a afirmação de Buckwlad (apud Passos, 1981), citado pelo autor, antes de iniciar a pesquisa que culminou nesta sua primeira conclusão:

"o estudante é raramente colocado na condição de uma pesquisa real, nem é seu trabalho estruturado de maneira semelhante a um contexto de pesquisa. O professor descobre penosamente, após estudar por quatro anos, a maioria dos estudantes que esperam seguir carreira em Física experimental tem pouca idéia do que é fazer pesquisa em Física experimental".

A Terceira Etapa do Trabalho de Passos

Passos avançou para uma terceira etapa com o objetivo de suprir as deficiências do ensino de laboratório expostas anteriormente, valendo-se da estratégia de enfatizar mais a essência de um certo experimento, ou como ele denomina, enfatizar mais a *estrutura* do experimento.

Esta etapa, intitulada de *Uma Tentativa de Facilitar a Aprendizagem da 'Estrutura' de um Experimento de Laboratório,* foi realizada durante o segundo semestre de 1980, novamente na disciplina Física II. Teve como característica o seguinte: tanto o grupo experimental como o de controle tiveram como método de ensino o convencional expositivo, no entanto, a estratégia diferenciadora no laboratório foi a seguinte: deu-se uma grande ênfase à "estrutura" do experimento nos guias de laboratório do grupo experimental e esta ênfase só aparecia para o grupo de controle como um texto introdutório à avaliação. Este texto falava brevemente sobre "questão básica", "fenômeno de interesse", "conceitos", "método" e "resultados".

A Segunda pergunta do Autor

"Haveria diferença, em termos da aprendizagem da 'estrutura' de um experimento, decorrente de uma abordagem ao ensino de laboratório que enfatizasse aspectos dessa estrutura em comparação a uma abordagem programada tradicional?".

Após testes escritos e um tratamento estatístico do tipo "dois tratamentos e apenas um pós-teste", Passos chegou aos resultados da terceira etapa.

Conclusões Finais do Autor

"... o grupo de controle teve escores sistematicamente mais elevados do que o grupo experimental, exceções feitas à questão referente ao 'método'" (Passos, 1981).

O autor saiu em busca de resposta ao que ele chama de 'resultados aparentemente inesperados'. Ele diz:

"..em ambos os grupos os professores de aulas expositivas disseram aos alunos que o resultado dos testes de laboratório teriam algum peso na atribuição do conceito final no curso... Enquanto que o professor do grupo de controle atribuiu à média dos testes de laboratório peso igual ao de uma prova teórica no cálculo do conceito final, o do grupo experimental disse aos alunos que a média do laboratório só influiria no conceito final caso não alcançassem média suficiente nas provas teóricas." "Entretanto, apesar de que este estudo tenha sido prejudicado pela razão exposta, o ocorrido sugere uma nítida influência dos critérios de avaliação no desempenho e na motivação do aluno. Isto é. Se uma determinada atividade instrucional tem um peso significativo na atribuição do conceito final, os alunos ficam 'motivados' e tendem a apresentar um melhor desempenho". (Passos, 1981)

1.9 - Análise do Trabalho de Santos

"Um Estudo Sobre o Ensino de Laboratório de Física em Escolas de Segundo Grau de Porto Alegre"

Dissertação de mestrado em Física de **Arion de Castro Kurtz dos Santos**, submetida ao Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em 1984, sob orientação do Prof. Dr. Marco Antônio Moreira e Carlos Ernesto Levandowski.

Resumo do Trabalho

Nesse trabalho, o autor comparou os resultados das aprendizagens cognitiva e afetiva de alunos de segundo grau quando receberam um ensino de Física com aulas de laboratório e quando receberam um ensino apenas teórico. O seu objetivo central foi comparar, através de métodos estatísticos, o aprendizado dos alunos de segundo grau em relação à disciplina de Física que aprendem esta matéria apenas através de aulas teóricas expositivas, e os alunos que, além desse tipo de aula, também têm aulas de laboratório.

O Objetivo da Pesquisa

O objetivo foi comparar o resultado das aprendizagens cognitiva e afetiva de alunos de segundo grau, quando receberam um ensino de Física com aulas de laboratório e quando receberam um ensino apenas teórico.

Desenvolvimento

Santos dividiu seu trabalho em três etapas:

A primeira Etapa

Santos partiu da afirmação que na década de setenta para oitenta houve um declínio qualitativo no Ensino de Física e levantou a possibilidade de que este declínio

tivesse ocorrido por alguma influência da reforma do ensino ocorrida no início dos anos setenta.

Para verificar isso, ele se valeu de um estudo comparativo entre a literatura antes e depois da reforma de ensino. Basicamente, ele usou as atas do Primeiro Simpósio Nacional de Ensino de Física, que data antes da reforma, e as atas do Segundo, Terceiro, Quarto e Quinto Simpósios Nacionais de Ensino de Física, que ocorreram posteriormente à reforma.

Analisando citações de educadores, professores e cientistas como Cintra do Prado, Richard Feynman, Beatriz Alvarenga, João Baptista de Almeida, José Goldemberg, Anna Maria Pessoa de Carvalho, Vitor Hugo Guimarães, Roland Axt, Leo Marranguello Gavronski, Décio Pacheco, Newton César Balzan, chegou resumidamente às seguintes comparações:

Características ligadas à formação do professor	
Antes da Reforma	***Após a Reforma***
Poucos professores de Física no ensino médio, sendo que grande número destes não era formado em Física.	*Não mudou.*
Preocupavam-se muito mais em dar uma formação sólida em Matemática e Física negligenciando a formação pedagógica.	*Os Institutos e Departamentos de Física das Universidades é que formavam os Licenciados e Bacharéis em Física. Os Licenciados recebiam uma formação sólida em Física e Matemática, bem como formação Pedagógica. Nesse período, foram introduzidas as licenciaturas de curta duração (2 anos) e a formação dos professores polivalentes (i.e. Ciências). Embora tais profissionais se destinassem ao ensino de Ciências (Licenciatura curta para primeiro grau e habilitação específica em Física, Química e Biologia, como complemento da Licenciatura curta, para o segundo grau) muitos foram absorvidos pelas escolas de segundo grau, como professores de Física.*
Ao sair da Faculdade de Filosofia o aluno era considerado formado e não retornava para se especializar.	*Não mudou.*
Faltava habilitação, ao professor, para lidar com material de laboratório.	*Não mudou.*

Características ligadas à administração	
Antes da Reforma	***Após a Reforma***
Inexistia assistência aos professores que pretendessem lutar contra a improvisação e a rotina. Dificuldade de se conseguir material de ensino.	*Não mudou.*
O professor precisava lutar contra a mentalidade da administração.	*Não mudou.*
De modo geral, não havia laboratórios nas escolas.	*Não mudou.*
Havia um excessivo número de alunos em classe.	*Não mudou.*
O número médio de aulas semanais, para as três séries do 2º grau, era quatro.	*Baixou para duas ou três aulas por semana, nas três séries do segundo grau.* *Para profissionalizar os alunos, foi preciso diminuir o número de horas dedicadas à Física.*
O professor, pressionado, ensinava para o vestibular.	*Não mudou.*
Baixa remuneração e procura de outras escolas. Reduzidas verbas para a educação.	*Não mudou.*

Características ligadas ao setor pedagógico	
Antes da Reforma	***Após a Reforma***
As aulas, em sua maioria, não despertavam o interesse dos alunos.	*Não mudou.*
O ensino dava pouca ênfase à formação de atitudes, valores e habilidades.	*Não mudou.*
A avaliação da matéria ensinada aos alunos era feita só em nível de conhecimento de conteúdo, que também era baixo.	*Não mudou.*
Inexistia uma orientação única (quanto à bibliografia) para o ensino secundário.	*Não mudou.*

Baseando-se na análise resumida no quadro anterior, Santos concluiu que só ocorreu alguma alteração sensível nas características ligadas à formação de professores, com a introdução da Resolução 30/74, que diz respeito às licenciaturas de

curta duração e à formação de professores polivalentes. O nível de ensino, que já era baixo, piorou com a redução do número de aulas de Física. Apesar disso, concluiu que a reforma de ensino não foi a grande responsável pela decadência do nível do ensino de Ciências, em especial de Física, no ensino médio.

A Segunda Etapa

O autor partiu para uma espécie de *fotografia* do Ensino de Física, ou seja, fez um levantamento do estado físico e da utilização efetiva dos laboratórios de ensino de Física, na cidade de Porto Alegre.

Baseando-se em trabalhos anteriores como "O ensino da Física na Grande São Paulo", de Anna Maria Pessoa de Carvalho e "O ensino da Física na Cidade de Salvador", de B.S.P. Serpa, A.E. Braga e L.F. P. Serpa, Santos criou uma entrevista direcionada a professores. Entre outras perguntas, o autor questionou os professores entrevistados quanto à sua formação, às suas habilidades, suas cargas horárias, sua remuneração e o seu prazer em lecionar.

Quanto ao material disponível nos laboratórios, ele foi minucioso: fez levantamento não só do tipo de material e sua marca, mas quanto ao número disponível. Fotografou cada laboratório em detalhes e os comparou.

A Terceira Etapa

É nesta etapa do trabalho que Santos parte efetivamente para a comparação do desempenho dos alunos que têm aulas expositivas de Física acompanhadas de laboratório e dos que só têm aulas expositivas.

Entre as evidências obtidas na segunda etapa, uma era unânime: a concordância dos professores quanto a grande importância do laboratório de Ensino de Física. Partindo desse consenso, o autor fez três estudos quanto aos efeitos do ensino de laboratório sobre a aprendizagem cognitiva (aquisição de conhecimento) e afetiva (atitude frente à Física e ao laboratório).

No primeiro estudo, a comparação de rendimento foi feita entre duas turmas da primeira série matutina do segundo grau: na turma experimental, a do Colégio Nossa Senhora do Rosário, além das aulas teóricas foram ministradas aulas de laboratório; já na turma de controle, a turma do Colégio Nossa Senhora das Dores, só teve aulas expositivas.

No segundo estudo, a comparação de rendimento foi feita entre duas turmas, a 301 e 302 da terceira série matutina do segundo grau de uma mesma escola: na turma experimental, a 301, além das aulas teóricas, forneceram-se aulas de laboratório; enquanto na turma de controle, a 302, só teve aulas expositivas.

No terceiro estudo, a comparação de rendimento foi feita entre duas turmas, a 101 e a 102 da primeira série matutina do segundo grau de uma mesma escola: na turma experimental, a 101, além das aulas teóricas, forneceram-se aulas de laboratório; enquanto na turma de controle, a 102, só teve aulas expositivas.

Foram aplicados pré-testes. Nas turmas de primeiro ano, testes de Matemática; já nas de terceiro, testes de Física. Os pré-testes passaram por avaliação de fidedignidade e ao final do processo todas as turmas fizeram pós-testes de Física. O tratamento estatístico foi do tipo "dois tratamentos com pré e pós-testes".

Os dados foram tratados estatisticamente através do teste t para a análise das diferenças entre as médias e o teste U de Mann-Whitney, ambos nos três estudos. Por outro lado, foi realizada análise de covariância (ANCOVA) no primeiro e segundo estudos.

A relação afetiva com a Física, ou seja, a atitude com relação à Física foi avaliada, tanto antes como após a instrução, por meio de questionários nos quais as opiniões dos alunos foram quantificadas usando-se a escala "Likert" comum aos três estudos.

Conclusões do Autor

Como resultados, o autor explica que os professores foram unânimes em valorizar as aulas de laboratório. Além disso, mostrou que:

No primeiro estudo, em que foi utilizado um teste convencional (composto por questões objetivas, retiradas, em sua maioria, de livros textos convencionais e que visam ao preparo do aluno para a prova de Física do vestibular), não foi encontrado diferenças significativas entre os grupos experimentais e de controle com respeito a aquisição e o uso do conteúdo (cognitivo) e afetivo (atitudes dos alunos frente à Física e ao laboratório). Além disso, o instrumento de pesquisa não se mostrou adequado para medir o que o autor havia se proposto a medir.

No segundo estudo, no qual foi utilizado um teste não convencional (aquele que evidencia o conhecimento a partir da experiência concreta em laboratório), o grupo experimental teve um desempenho superior e estatisticamente significativo em relação ao grupo de controle no pós-teste de conhecimento. Além disso, a atitude dos alunos frente à Física não sofreu alterações nos grupo experimental e controle.

No terceiro estudo, tal como no segundo, foi utilizado um teste não convencional (aquele que evidencia o conhecimento a partir da experiência concreta em laboratório), que também mostrou que o grupo experimental teve um desempenho superior e estatisticamente significativo ao grupo de controle no pós-teste de conhecimento. Quanto à atitude dos alunos frente à Física, também não se observaram alterações entre os grupos experimental e controle.

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

1.10 - O Trabalho de Carrasco

"Laboratório de Física: Uma Análise do Currículo e da Aprendizagem".

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em 1985, para a obtenção do título de mestre em Física de **Hernan David Jamett Carrasco**, sob orientação do Dr. Bernardo Buchweitz e Dr. Marco Antônio Moreira.

Resumo do Trabalho

O autor fez uma análise do currículo da disciplina Física Experimental IV (óptica) e uma análise da aprendizagem decorrente da realização das atividades desta disciplina.

O Objetivo da Pesquisa

O autor delimitou o seu objeto de estudo à disciplina de óptica - Física Experimental IV, ministrada na UFRGS no primeiro e no segundo semestres de 1984. Nestas duas turmas, pesquisou e respondeu às seguintes perguntas:

Primeira Pergunta: *"O que os estudantes podem aprender com a realização das atividades desse curso de laboratório de Física?".*

Segunda Pergunta: *"O que eles realmente aprendem?".*

Desenvolvimento

O autor delimitou os seus procedimentos de pesquisa com dois embasamentos teóricos. Para o desenvolvimento de instrumentos de análise e avaliação do currículo, o autor baseou-se nos posicionamentos teóricos de Gowin, através do seu V. Já para a análise da aprendizagem, usou os mapas conceituais de Moreira e Buchweitz, que são uma extensão da teoria de Ausubel.

Para Gowin, uma fonte de conhecimentos pode ser analisada em três partes essenciais: o *evento* (ou fenômeno), que é aquilo que se quer estudar, ou objeto de estudo; o *método* que serve para produzir tal conhecimento e o *sistema conceitual* (ou linguagem), utilizado durante o processo e durante a apresentação dos resultados. Gowin imaginou um V, que teria como ponto de partida o objeto de estudo, no caso, o *evento*. Para o lado direito desse V, Gowin imaginou a generalização crescente do *método*, interagindo em linhas horizontais com a generalização crescente da linguagem ou *sistema conceitual*, do lado esquerdo do V. Assim, ele obteve um instrumento para análises de estruturas em processos de produção de conhecimento.

No seu trabalho, Carrasco usou o V de Gowin como um instrumento para fazer uma análise da estrutura do conhecimento envolvido nos experimentos do referido curso de Laboratório de Física.

Os mapas conceituais de Moreira e Buchweitz, baseados na teoria de Ausubel, foram o embasamento teórico para a segunda questão. A Teoria da Aprendizagem de Ausubel tem sua base naquilo que ele chama de *aprendizagem significativa*, que é um processo no qual ocorre uma interação entre a nova informação e aquilo que o aprendiz já sabe. Essa interação se caracteriza por não ser arbitrária, no sentido de que a nova informação interage e relaciona-se com uma parte específica da estrutura cognitiva do aprendiz. Esta interação ocorre quando a dita parte específica (chamada de subsunçor) é abrangente e estruturada para receber a nova informação. Mas, possuir uma estrutura cognitiva adequada, não é suficiente para que haja uma aprendizagem significativa. Aquilo que se aprende tem de possuir uma inteligibilidade suficiente para que ocorra a aprendizagem significativa. É neste conceito final que Carrasco se apóia para responder a sua segunda pergunta "O que eles realmente aprendem?". No entanto, ele a responde sobre a extensão da teoria ausubeliana, que são os mapas conceituais de Moreira e Buchweitz.

Embora decorrentes da teoria de Ausubel, os mapas foram propostos pela primeira vez por Novak (apud Carrasco, 1985). Em 1985, Moreira e Buchweitz

apresentaram o modelo seguido por Carrasco. O mapeamento baseia-se na organização hierárquica da estrutura cognitiva de acordo com princípios chamados de *diferenciação progressiva* e *reconciliação integrativa* e nos tipos de conceitos dentro da aprendizagem significativa (superordenados, subordinados e específicos).

Para que o leitor possa compreender como Carrasco se valeu dos mapas de Moreira e Buchweitz, é conveniente, devido à complexidade teórica, elucidar, mesmo que de maneira sucinta, outros conceitos fundamentais desta teoria ausubeliana, passando pelos mapas de Moreira e Buchweitz e chegando-se a utilização desses mapas por Carrasco.

Ausubel nos faz pensar quais *elementos* podem ser aprendidos significativamente e quais são as *condições* para que isto ocorra. Em cada sistema de conhecimento, três elementos podem, segundo Ausubel, ser aprendidos significativamente: *representações, conceitos e proposições*. Seus significados estão estreitamente ligados, havendo um aumento de generalidade à medida que se avança de um para outro, na ordem que foram apresentados.

Além dos *elementos* que podem ser aprendidos significativamente (representações, conceitos e proposições), Ausubel nos fala de condições necessárias para que tal tipo de aprendizado ocorra.

Estas *condições* são basicamente duas. A primeira depende quase que exclusivamente do estudante e de seu professor: "*o aprendiz deve ter disposição para aprender significativamente*". Já a segunda condição diz que "*o material deve ser potencialmente significativo*". Como caracterização de um material significativo, Ausubel diz que o conteúdo e a estrutura deste devem ser tais que estejam dentro do domínio da capacidade intelectual humana de aprender, não devendo ser aleatório, arbitrário ou desarticulado.

É aqui que se concentra boa parte da atenção do trabalho de Carrasco. Ele, através dos mapas de Moreira e Buchweitz, analisa a potencialidade, não bem de algum material, mas da estrutura do currículo em questão.

Carrasco usou uma estrutura "espacial", como os mapas de Moreira e Buchweitz, para analisar a potencialidade de um currículo aparentar ser mais complexo do que analisar uma apostila ou livro texto. Dizemos isto porque os elementos de análise de um livro texto estão explicitamente encadeados por estarem escritos; já num currículo, têm-se propostas a serem significativamente encadeadas, ou seja, os elos de encadeamento dependem da crença na competência do corpo docente do referido curso; mais do que isto, tais elos também dependem da potencialidade significativa dos elementos (representações, conceitos e proposições) que devem ser encadeados.

Baseando-se na teoria ausubeliana, ou seja, na crença de que a estrutura cognitiva de um indivíduo tende a organizar-se hierarquicamente, Novak e seus colaboradores propuseram os mapas conceituais. Trata-se de um mapeamento conceitual que pode ilustrar, além da estrutura cognitiva de alguém, qualquer fonte de conhecimento, por exemplo, uma disciplina, parte dela, um artigo, ou mesmo um experimento de laboratório. Estes mapas são diagramas cujas estruturas podem ser mono, bi, tri ou multidimensionais. Os mais usados são os bidimensionais.

No currículo analisado por Carrasco constavam os seguintes experimentos:

- Reflexão e Refração
- Estudo da dispersão com auxílio de um espectrômetro
- Refração em lentes
- Reflexão em espelhos
- Interferência da luz refletida em películas delgadas
- Espectrometria
- O Espectro do Hidrogênio
- Polarização da luz
- Atividade Óptica

Carrasco, para responder às suas duas questões, elaborou um "V" de Gowin e um mapa conceitual para cada um dos nove experimentos citados. Desta forma, ele pode fazer a sua análise "espacial" e dar respostas às suas duas perguntas.

Em sua busca de resposta para a primeira pergunta: "*O que os estudantes podem aprender com a realização das atividades desse curso de laboratório de Física?*"; ele observou que:

> "*Diferentes experimentos envolvem diferentes conceitos e leis. Esses conceitos têm diferentes graus de generalidade ou abrangência e, juntamente com as leis, formam a Óptica, que é uma importante parte da Teoria Eletromagnética*".
>
> "*Os experimentos são estruturados de tal forma que é fácil perceber que possuem uma estrutura conceitual e uma metodologia. Essas estruturas não são independentes pois há interações entre elas...*".
>
> "*As estruturas dos experimentos são diferentes, mostrando que eles possuem diferentes propósitos*".

Por exemplo: com alguns deles tenta-se descobrir leis (indutivismo) e com outros apenas são feitas medidas.

Carrasco analisou que tais diversificações estruturais podem levar os alunos a diferentes habilidades e ao desenvolvimento do espírito crítico. Além disso, Carrasco disse que a análise de cada um dos nove "Vs" permite uma leitura direta, ou melhor, em suas palavras, "uma identificação das aprendizagens possíveis" que cada experimento fornece.

Na análise da aprendizagem, visando responder à segunda questão, Carrasco pretendeu verificar o que os alunos realmente aprenderam com a realização das atividades da disciplina de laboratório de Física Experimental IV da UFRGS, durante o ano de 1984, no tocante aos conhecimentos especificados no currículo.

Durante dois semestres, foram investigadas duas turmas de alunos em cada semestre. Na disciplina semanal, com três aulas, os estudantes recebiam roteiros e equipamentos necessários para a realização dos experimentos. Após a realização dos experimentos, os alunos entregavam os respectivos relatórios.

Para o primeiro semestre, criaram-se vários instrumentos de avaliação: o questionário semanal foi fundamentado nos vês e nos mapas conceituais, que eram respondidos pelos alunos na aula seguinte à realização de cada experimento. O questionário final foi aplicado para obter diversas opiniões dos alunos sobre os trabalhos de laboratório realizados na disciplina. Para a avaliação do conteúdo, foram utilizados o questionário final e o semanal. O principal instrumento de medida usado na avaliação de aprendizagem do método foi o relatório de cada experimento. Para a avaliação da estrutura da pesquisa científica, foi utilizado no primeiro semestre um questionário semanal sobre a estrutura de um experimento.

Já no semestre seguinte, foram utilizados um relatório tipo V e um questionário final. Para a avaliação da atitude frente ao trabalho de laboratório, o autor utilizou o questionário final e fichas de observação. Para avaliar a atitude científica e as habilidades prática e intelectual, foram utilizadas as fichas de observação.

Os instrumentos de avaliação foram validados por três vias: a) Foram fundamentados em idéias e teorias de forma que o conjunto dos itens fosse representativo do universo que o autor pretendia avaliar; b) foi feita uma validação teórica junto a três professores antes da aplicação; c) Com exceção dos questionários semanal e final, todos foram submetidos a analise de consistência interna. Ainda, cada instrumento era formado por um certo número de itens. A cada item foi associado um escore e ao instrumento foi associado um escore total. Assim, os dados gerados por este instrumento foram tratados estatisticamente.

Conclusões do Autor

A análise do plano de ensino, através dos V e dos mapas conceituais, mostrou que esse currículo possibilita aprendizagens relacionadas com o conteúdo, com o método, com a estrutura da pesquisa científica, com as habilidades e com as atitudes. , Descobriu-se, ainda, no primeiro semestre:

Avaliação da aprendizagem de conteúdo: o questionário final revelou que o grupo alcançou um nível bom de aprendizagem de conteúdo. Este instrumento foi fidedigno. Através do questionário semanal, pôde-se concluir que o nível de aprendizagem de conceitos e leis nos diferentes experimentos foi bom em alguns itens, muito bom na maioria dos casos e fraco em apenas um caso.

Avaliação da aprendizagem de método: através do relatório, o autor observou que o grupo alcançou um nível bom de aprendizagem de método. No questionário semanal, o autor verificou que o nível de aprendizagem de método foi bom na maioria dos itens deste instrumento. Já no questionário final, verificou-se que o nível de aprendizagem de método foi muito bom.

Avaliação da aprendizagem da estrutura da pesquisa científica: através do questionário sobre a estrutura dos experimentos, o autor conclui que o grupo alcançou um nível bom de aprendizagem da estrutura da pesquisa científica.

Avaliação da aprendizagem de atitudes frente ao trabalho de laboratório: através da ficha de observação, o autor concluiu que o grupo alcançou um nível bom de aprendizagem de atitudes frente ao trabalho de laboratório.

Avaliação de aprendizagem de atitude científica: através da ficha de observação, o autor concluiu que o grupo alcançou um nível fraco de aprendizagem de atitude científica.

Avaliação da aprendizagem de habilidade prática: através da ficha de observação, o autor concluiu que o grupo alcançou um nível bom de aprendizagem de habilidade prática.

Avaliação da aprendizagem de habilidade intelectual: Através da ficha de observação, o autor concluiu que o grupo alcançou um nível aceitável de aprendizagem de habilidade intelectual.

Quando analisados os dados referentes ao segundo semestre, surgiram:

Avaliação da aprendizagem de conteúdo: o questionário final revelou que o grupo alcançou um nível bom de aprendizagem de conteúdo. Este instrumento foi fidedigno. Através do questionário semanal, pôde-se concluir que o nível de aprendizagem de conceitos e leis nos diferentes experimentos foi bom em alguns itens, e muito bom na maioria dos casos.

Avaliação da aprendizagem de método: através do relatório, o autor observa que o grupo alcançou um nível bom de aprendizagem de método. Já no questionário semanal, o autor verificou que o nível de aprendizagem de método foi bom na maioria dos itens deste instrumento. No questionário final, verificou-se que o nível de aprendizagem de método foi muito bom.

Avaliação da aprendizagem da estrutura da pesquisa científica: Através do questionário sobre a estrutura dos experimentos, o autor concluiu que o grupo alcançou um nível bom de aprendizagem da estrutura da pesquisa científica.

Avaliação da aprendizagem de atitudes frente ao trabalho de laboratório: através da ficha de observação, o autor concluiu que o grupo alcançou um nível aceitável de aprendizagem de atitudes frente ao trabalho de laboratório.

Avaliação de aprendizagem de atitude científica: através da ficha de observação, o autor concluiu que o grupo alcançou um nível fraco de aprendizagem de atitude científica.

Avaliação da aprendizagem de habilidade prática: através da ficha de observação, o autor concluiu que o grupo alcançou um nível bom de aprendizagem de habilidade prática.

Avaliação da aprendizagem de habilidade intelectual: através da ficha de observação, o autor concluiu que o grupo alcançou um nível fraco de aprendizagem de habilidade intelectual.

De um modo geral, Carrasco (1985) conclui que as diferenças entre os níveis de aprendizagem dos dois semestres foram irrelevantes. A aprendizagem decorrente da realização das atividades de laboratório parece depender, basicamente, do currículo da disciplina. Além disso, este autor termina seu trabalho afirmando que: *"Reunindo-se os resultados desta análise da aprendizagem, pode-se concluir que: com a realização das atividades de laboratório, em geral, os estudantes realmente aprenderam os conhecimentos envolvidos pelo currículo, o que responde à segunda questão básica da pesquisa".*

1.11. O Trabalho de Pacheco

"Experimentação e Conhecimento: Da Interação com um Fenômeno ao Estabelecimento de Regularidades – Um problema de iniciação à Física no Segundo Grau"

Tese submetida à Faculdade de Educação da Universidade de Campinas, em 1985, para a obtenção do grau de doutor de Décio Pacheco, sob orientação do professor. Dr. Fermino Fernandes Sisto.

Resumo do Trabalho

Pacheco fez um estudo de caso, no qual propôs a uma classe de primeira série do segundo grau a medida do período de um pêndulo, deixando os alunos livres para agir, com grande autonomia. O registro do que o autor observou de todo o processo tornou-se o objeto de seu estudo que buscava tendência de procedimentos entre os alunos, frente situações inusitadas.

O Objetivo da Pesquisa

O problema do autor era descobrir se havia ou não padrões de postura ou mesmo de soluções a problemas referentes a medidas, por parte dos alunos. No caso, diferente dos estudos de Piaget, as medidas em questão seriam relativas e não absolutas.

Desenvolvimento

Pacheco dividiu seu trabalho em três partes:

Na primeira parte, após discutir o problema da relatividade da medida do fenômeno dinâmico em questão, o autor apresentou três capítulos. No primeiro

capítulo, Pacheco discutiu a aceitação da medida relativa, no segundo, ele discutiu a aceitação da medida absoluta, e, no terceiro, discutiu sobre a indefinição dos critérios de medida.

Já na segunda parte de seu trabalho, o autor discutiu as concepções relativas à variável, à regularidade e ao erro experimental. Após esta prévia discussão, o autor subdividiu essa parte do trabalho em dois capítulos: no primeiro, discutiu a noção de variável, e no segundo, discutiu sobre a regularidade e o erro experimental.

Na terceira e última parte de seu trabalho, Pacheco nos apresentou sua visão sobre a natureza da medida e discutiu questões pedagógicas. Estas discussões precedem o sexto e último capítulo, no qual o autor discutiu sobre a natureza de uma medida.

Na introdução, Pacheco apresentou seu interesse no estudo das condutas que os alunos do ensino médio podem apresentar na passagem de suas interações com fenômenos físicos ao estabelecimento de regularidades sobre os mesmos.

O autor concordou com Piaget quando afirmou que na faixa etária em que os alunos do ensino médio se encontram, eles já possuem estruturas cognitivas para fazer tais estabelecimentos de regularidades. Mas, por outro lado, Pacheco apresentou sua indignação com as metodologias em voga, então aplicadas ao ensino de Física, que se valem de uma linguagem matemática e que permite ao aluno apenas chegar a uma resposta correta sobre um dado problema físico. Esse tipo de metodologia enfoca o produto e despreza o processo, ou seja, por ser gradativo em termos de dificuldade de problemas, permite ao aluno um crescimento em termos de acertos de respostas, mas priva o mesmo de uma interação com as múltiplas implicações oriundas do fenômeno físico em si: *o processo*.

Poderia-se agora imaginar que se daria como solução simplista o uso do laboratório didático. Não foi o que aconteceu. Deste ponto, parte-se uma proposta de

atividades de Pacheco. Já naquela época ele se mostrava descontente com os métodos vigentes nas atividades práticas: *"Quanto às atividades práticas inseridas nesse processo, concordamos em classificá-las dentro do "método dogmático" como o fez Lucie Leboutet".* Pacheco (1985)

O autor alertou que desse tipo de atividade nada, além de boas avaliações de processos de fixação e de repetições, poderia ser aproveitado para se estudar as manifestações e interações dos alunos com os fenômenos físicos em si.

> *"Todavia, se sairmos de uma postura pré-organizacional passando a uma concepção em que o conhecimento pode ser produzido a partir das interações, diretas ou indiretas, com a multiplicidade das manifestações dos fenômenos, ou seja, com o próprio objeto do conhecimento; veremos que o nosso centro de trabalho e atenção se permite voltar ao processo segundo o qual concebem, espontaneamente ou não, suas regularidades, elaborando suas próprias noções onde o produto tradicionalmente formalizado tende a se caracterizar, quando possível e necessário, como um elemento de prova, senão como uma fonte de conflitos para as suas convicções."* – Pacheco (1985)

Frente a essa postura, e partindo em busca de uma metodologia, o autor passou a se concentrar na análise das condutas dos alunos, tanto do ponto de vista da ação como da palavra oral ou escrita. Assim, ele delimitou a sua pesquisa ao conteúdo programático vigente, tomando como ponto de partida o estudo de um fenômeno por intermédio de atividades experimentais.

De todas as manifestações por parte dos alunos oriundas de suas pesquisas, o autor deu especial atenção àquelas que era relativas aos principais procedimentos que envolviam o estabelecimento de regularidades: a mensuração e a identificação de fatores que pudessem interferir nas concepções dos alunos acerca do fenômeno em estudo.

O autor definiu o movimento de um pêndulo como fenômeno a ser estudado e propôs uma forma de busca da identificação das condutas e manifestações dos alunos que se baseava no inter-relacionamento de três aspectos: as concepções dos fenômenos, a sua mensuração e o estabelecimento de regularidades. Pacheco

procurou harmonizar o inter-relacionamento desses três aspectos e deles extrair suas compreensões, da seguinte maneira:

Através de procedimentos adotados, procurou averiguar como o fenômeno era concebido pelos alunos. A partir dessa concepção, o autor poderia depreender as razões que levavam os alunos a certos tipos de procedimento. Desta forma, ele poderia compreender como as regularidades, atribuídas pelos alunos ao movimento do pêndulo, eram estabelecidas. Além disso, o autor poderia compreender como os procedimentos eram concebidos e organizados, a partir de uma perspectiva do estabelecimento daquelas regularidades. Assim, as regularidades estabelecidas pelos alunos orientavam o autor sobre as suas concepções a respeito do fenômeno físico.

Como a possibilidade de combinações diversas entre os elementos em questão era grande, várias condutas distintas poderiam ser tomadas por diferentes alunos ou grupos e assim várias regularidades poderiam ser estabelecidas. Desta forma, Pacheco se viu à busca *não de um padrão único, mas sim de tendências* que, segundo o mesmo, só poderiam ser identificadas ao longo do processo, através de observações feitas em sala de aula.

A proposta de Pacheco não era a criação de um método para solucionar problemas, mas sim estudar a possibilidade da decomposição, por iniciativa dos alunos, de um fenômeno físico em fatores de forma que esses pudessem vir a dar substância ao abstrato, construir modelos que explicassem fenômenos ou, como diz o autor, "*consubstanciar as regularidades físicas*". – Pacheco (1985)

Antes de apresentar as condições e procedimentos por ele adotados, o autor faz três esclarecimentos básicos sobre a sua proposta:

- O seu estudo não se limitaria a atingir um produto pré-determinado. Devido ao grande número de combinações de fatores possíveis que poderiam gerar concepções acerca do fenômeno estudado, tais combinações

ficariam a cargo dos alunos. Apesar disso, o referido produto pré-determinado, poderia, se necessário, servir como elemento de prova ou mesmo servir como referência para as análises do autor.

- *Não se tratava de um Laboratório por Redescoberta*, porque o autor não se limitava a regularidades ou relações pré-estabelecidas.
- O autor não poderia prever ou presumir qualquer padrão de composição ou decomposição do fenômeno que um aluno fosse adotar, já que este teria autonomia para organizar e construir seus próprios procedimentos de mensuração.

Pacheco conta que Inhelder, Piaget e seus colaboradores buscaram identificar em crianças e adolescentes operações de dissociação e exclusão de fatores, como condicionantes que levavam à explicação da freqüência de oscilação de pêndulos. No entanto, as avaliações de velocidade eram apenas qualitativas, enquanto que a sua proposta era de medição, ou seja, haveria um procedimento quantitativo, que pudesse levar os alunos ao estabelecimento de regularidades.

Piaget trabalhou com mensuração de movimento, no entanto, o seu trabalho se restringiu ao movimento uniforme; tendo sido o movimento uniformemente variado abrangido apenas qualitativamente. Além disso, toda medida que Jean Piaget utilizou foi do tipo absoluta. As medidas de comprimento, área e volume eram múltiplos inteiros de um certo valor. Por exemplo, as arestas de um cubo eram divididas ao meio de forma que o seu volume resultasse em oito unidades de comprimento ao cubo.

Pacheco tinha a intenção de trabalhar com medidas relativas, devido à natureza do experimento em questão.

> *"Duas condições impostas pelo movimento do pêndulo quando estudado em situações reais não nos permitem admitir a medida do seu período como absoluta. Em primeiro lugar, porque o período varia com a amplitude e, em segundo lugar, porque a amplitude diminui a cada oscilação do pêndulo de maneira não uniforme, ou seja, à medida que a amplitude diminui ao longo de sucessivas oscilações, essa variação se torna cada vez menor, sem que haja entre tais variações uma*

relação de proporcionalidade direta. Acrescentemos a isso que o valor dessa variação depende não só da amplitude na qual o pêndulo encontra-se oscilando, num determinado instante, com também do seu comprimento, da sua massa e do seu volume. Ora, se se pretende o valor do período para uma determinada amplitude é de se esperar que cada oscilação completa, por ele executada ocorra sempre dentro dessa amplitude, Isto, porque a alteração da amplitude viria afetar, também, o valor do período. Em contrapartida, sendo a variação da amplitude um fator variável com a própria amplitude, na qual o pêndulo encontra-se oscilando a cada instante, não podemos extrair desse fator uma unidade intercambiável que nos servisse de submúltiplo de sua medida e, por decorrência, da medida de tempo... Por estes motivos, não se pode pretender uma medida em número absoluto para o período, restando-nos tão somente a possibilidade de avaliá-lo em número relativo dentro de faixas de variação de amplitude." - Pacheco (1985).

O autor considerou o seu trabalho como um estudo de caso de uma classe do primeiro ano do segundo grau (ensino médio) da E.E.P.S.G. Dr. Elias Massud, no município de Monter Mor - S.P., composta inicialmente por vinte e dois alunos regularmente matriculados e sob o acompanhamento e direção da professora responsável.

O autor afirmou que, de acordo com as propostas disponíveis para o ensino de Física no segundo grau (ensino médio), via de regra, o movimento oscilatório restringia-se ao harmônico simples, ou pêndulo simples, que relaciona o período de oscilação apenas com o comprimento do fio, delimitando-se a amplitude inicial e desprezando-se a resistência do ar. Porém, caso estas restrições não fossem feitas, deve-se-ia considerar que o período (ou a freqüência) estava em função da massa, da amplitude do movimento e do volume do massor (resistência do ar), além do comprimento do fio.

As atividades foram realizadas utilizando-se frascos de vidro, com tampas plásticas, de dimensões e massas diferentes (expressas nos vidros) ligadas a fios de vários comprimentos. Esses fios eram ligados a hastes, que se prendiam às carteiras e que no plano vertical possuíam um transferidor acoplado. Além disso, os alunos tinham fitas métricas a seu dispor e seus próprios relógios de pulso, que geralmente eram analógicos. O estudo do fenômeno se deu inicialmente a partir de solicitações feitas pelos próprios alunos, isto é, o pedido deles, que se chamava inicialmente de

procedimentos e medidas, era um conjunto de três atividades que foram redigidas pelo autor. Foram elas:

Atividade 1: *Escolha um determinado comprimento e um determinado peso para o pêndulo. Solte-o de uma determinada posição e meça o seu período de oscilação. Varie a amplitude de oscilação, repetindo a medição do período.*

Atividade 2: *Escolha uma posição de largada e um comprimento do pêndulo. Varie a massa do pêndulo, medindo para cada uma o período de oscilação. Mantenha sempre o mesmo comprimento e a mesma posição de largada.*

Atividade 3: *Escolha uma posição de largada e uma massa para o pêndulo. Varie o comprimento do pêndulo, medindo para cada um o período de oscilação. Mantenha sempre a mesma massa e o mesmo ângulo de largada.*

Estas atividades visavam relacionar o período com a amplitude, a massa e o comprimento do fio. Além de Pacheco solicitar aos alunos que em cada uma das três atividades os alunos mantivessem os outros fatores constantes, nenhuma outra instrução foi dada em todo o decorrer de sua pesquisa.

A classe foi dividida em sete grupos de três ou quatro alunos, de forma a facilitar as identificações de procedimentos e condutas dos alunos durante as três atividades descritas acima. Durante esta fase, o autor procurou, além dessas identificações de procedimento e condutas, observar quais foram as limitações e os problemas enfrentados pelos alunos e como eles os resolviam e os superavam. Por fim, era de suma importância, observar quais regularidades os alunos estabeleciam durante aquelas atividades.

Pacheco e a professora da classe anotaram todas as manifestações dos grupos e tiveram através dessas, sua primeira fonte de análise. Tais atividades duraram duas

semanas e as referidas manifestações foram amplamente discutidas no desenvolvimento da sua dissertação.

Já na terceira e quarta semanas de atividades, discutiram conjuntamente com todos os alunos sobre os problemas e limitações ocorridas durante as atividades experimentais, visando, dentro do possível, chegar a conclusões gerais sobre o fenômeno estudado. Os registros dessas discussões também foram amplamente analisados por Pacheco no desenvolver de seu trabalho.

Nas últimas duas semanas, a terceira fonte de informações foi elaborada: os alunos elaboraram relatórios sobre as atividades experimentais, que tiveram uma orientação básica do autor que dava sugestões para a elaboração e ressaltava que não se tratava de um roteiro a ser seguido, ou algo do tipo "receita de bolo".

Já no início da primeira etapa, ou seja, no início das atividades, surgiram os primeiros problemas na forma de dúvidas conceituais elementares. Os conceitos básicos sobre o que é período, oscilação, massa etc. surgiram naquele momento. A partir daí questões mais complexas vinham à tona e eram analisadas pelo autor. Como foi dito anteriormente, os problemas e soluções dos alunos decorrentes das medidas do fenômeno em questão compunham o objeto de estudo do autor. Surgiu daí uma grande diversidade de concepções, problemas, soluções e até mesmo tentativas de burla que obrigaram Pacheco a subdividir suas análise em partes.

Inicialmente o autor discutiu a aceitação do aluno quanto à medida relativa do período de oscilação do pêndulo, identificando os critérios de medida adotados pelos alunos. Posteriormente, ele discutiu as concepções relativas aos conceitos de variável, regularidade e erro experimental. Esta extensa discussão surgiu da variação que o período de oscilação sofre com a amplitude, que, por sua vez, varia ao longo das oscilações. Cada frase de aluno, fosse essa falada ou escrita, surgida durante as atividades experimentais, durante o painel de discussões, ou mesmo oriundas do relatório, foram analisadas pelo autor. Ora surgiam convergências entre os grupos, ora

surgiam concepções ou soluções isoladas e únicas. Foram analisadas concepções espontâneas, condutas, soluções e manifestações dos alunos, tais como: o desconhecimento de significado de um ou outro termo, a indignação com a irregularidade do período, as tentativas de burla dos dados, a noção de variável, a aceitação e a não aceitação de um período médio como dado relevante, a noção de regularidade e de métrica, o erro experimental, o próprio aluno como fonte de erros, a diferença entre média aritmética e moda e a natureza das medidas. Como foi dito, Pacheco não estava à busca de um padrão único, mas sim de tendências e estas surgiram das análises dessas manifestações dos alunos. É esse extenso conjunto de análises que levou o autor às considerações abaixo apresentadas.

Conclusões do autor

Devido à grande diversidade de manifestações e condutas apresentadas pelos alunos na tentativa de se solucionar os problemas da medida do período do pêndulo, o autor não conseguiu estabelecer um padrão de procedimentos específicos, nem mesmo depreender tendências. Essa dificuldade na busca de padrões ou tendências pode ser percebida abaixo:

"Ao mesmo tempo em que os cinco grupos estudados nos dois primeiros capítulos se assemelhavam pela integração do fator variação da amplitude ao sistema que compunha todos os fatores envolvidos no movimento do pêndulo, eles se diferenciavam, em primeiro lugar, dos dois grupos estudados no terceiro capítulo que teriam negado essa integração e, em segundo lugar, entre eles próprios, por tenderem a aceitar ora a medida relativa, ora a medida absoluta do período, tendo em vista o fenômeno em estudo. Dentro dessas categorias pudemos verificar alguns aspectos que diferenciam os grupos uns em relação aos outros no tocante aos procedimentos adotados, seja nas suas implicações no que se refere à concepção do movimento do pêndulo, seja nas formas de estabelecimentos de regularidades, seja ainda nas interações desses três elementos. Mesmo a capacidade de controlar variáveis exibidas pelos alunos foi delimitada pelo problema da medição devido à natureza desta, o que nos permitiu depreender também uma diferenciação entre os grupos quanto às operações por eles efetuadas no tratamento do fator variação da amplitude; quer negando-o, tentado neutraliza-lo ou até "eliminá-lo" como elemento "inconveniente" para os seus propósitos." Pacheco (1985)

Pacheco explicou que frente à impossibilidade de se estabelecerem padrões, se poderia pensar em propor aos alunos critérios de medidas antes da execução das atividades experimentais, de forma a poderem solucionar o problema da medida relativa do período. No entanto, refletiu o autor, estaria ele apenas introduzindo uma nova técnica de medida envolvendo a noção de medida relativa, ao invés das conhecidas técnicas de medidas absolutas. Ele estaria assim, ao contrário de seu intuito, repetindo a conduta convencionada para a realização de atividades experimentais no laboratório didático de Física.

"No sentido de um padrão de procedimentos que virtualmente pudesse ser proposto aos alunos, a primeira dificuldade que nos apresentaria seria a de anteciparmos os problemas e limitações que vimos serem concebidos por eles. É certo que poderíamos eventualmente prever o problema da medida originado pela presença de um fator que impedia a medida absoluta. Mas, como exatamente esse problema seria concebido pelo menos para cada grupo a partir de suas concepções acerca do fenômeno em estudo? Como antecipar os problemas e limitações que eles viriam a conceber posteriormente? Acima de tudo, como conhecer dos alunos esses problemas sem que tivéssemos antes trabalhado com eles?" Pacheco (1985)

O autor ainda alegou que qualquer alternativa de proposta de procedimento implicaria em uma introdução de soluções de problemas ainda não concebidos pelos alunos. Esse tipo de proposta afetaria o surgimento dos problemas na mente dos alunos, o que eliminaria a originalidade das condutas ou dos padrões de procedimentos dos alunos, o que não era a sua intenção à priori.

O autor chegou, assim, a dois aspectos a serem considerados: Por um lado, a grande diversidade de procedimentos adotados pelos alunos impediu que se estabelecessem padrões de conduta, que consistiam a busca à priori daquele pesquisador. Por outro lado, uma imposição de um padrão de procedimentos distanciaria o pesquisador da identificação dos problemas e dificuldades oriundas das tentativas de medições do período do pêndulo, por parte dos alunos. Se Pacheco fixasse um padrão de procedimentos, seu propósito seria apenas resolver o problema antecipadamente aos alunos, o que também não era a sua intenção.

O autor disse que ele poderia ter instruído os alunos quanto a uma técnica própria para medidas relativas do período do pêndulo; ou delimitado o estudo do fenômeno às circunstâncias de medida absoluta do período. No entanto, essa alternativa é o que se encontra nos manuais didáticos e de propostas no ensino de Física no Segundo Grau. Além disso, tal procedimento não é exclusivo do estudo do pêndulo, mas sim, é uma alternativa geralmente e amplamente adotada.

> *"No entanto, na aplicação de tais propostas, quando solicitamos que os alunos passem a justificar os procedimentos nelas envolvidos, não é difícil detectar que eles concebem problemas contornados por esses procedimentos, mas que não chegam a representar sequer o esboço de soluções para os mesmos, tendo em vista a forma como eles se apresentam para os alunos. Isso porque em tais justificativas procuramos envolver as características próprias de cada fenômeno em estudo, via de regra empanadas pelas delimitações e técnicas de procedimentos propostos. (...) Vemos pois que um padrão de procedimento, mesmo implicando na solução de certos problemas, tende a guardar uma distância do pensamento dos alunos tanto maior quanto mais se tende a aproximá-los de um produto previamente formalizado".* – Pacheco (1985).

Enfim, ele afirmou que o laboratório didático de Física tem-se restringido à função comprobatória. Para isso, as propostas de experimentação têm se cercado de garantia de bons resultados e retirado dos alunos a autonomia, o que afasta os alunos da verdadeira problematização e de uma aprendizagem significativa.

Após essa crítica quanto à forma que ao laboratório didático tem sido proposta e posto em execução, Pacheco volta seus olhos à figura que pode modificar tal conduta educacional: o professor.

Afirma Pacheco (1985):

> *"Se na experimentação convencional os alunos são sujeitos a uma falta de autonomia quanto às suas ações e operações sobre o fenômeno, com os professores não ocorre de forma diferente. Em tais situações o objetivo é o de dirigir seus alunos ao produto preestabelecido pelas atividades propostas, sem se dar conta de que os processos nelas envolvidos guardam uma grande distância dos problemas e limitações desses alunos para compreendê-los Nesses casos, o conteúdo de trabalho do professor é o conhecimento como produto institucionalizado pelos instrumentos de veiculação da ciência física ao nível de segundo grau. Dessa concepção resta a ele avaliar se os seus alunos conseguem*

atingi-lo ou não. O que temos constatado é que tal produto só passa a fazer parte do conhecimento desses alunos desde que reduzido a relações algébricas onde os fatores que delas participam pouco ou nada têm a ver para esses alunos, com as características dos fenômenos a que elas se referem. No entanto, os problemas referentes ao processo, a que aproximariam os alunos dessas características, continuam latentes, sem serem tratados, Podemos, assim, nos perguntar qual o conteúdo de trabalho real do professor: o produto formalizado desse conhecimento ou o processo de produção e construção de um conhecimento próprio dos seus alunos e que se refere à sua origem, o seja, o fenômeno físico?"

Pacheco demonstra claramente uma preocupação com a aprendizagem significativa. Isto fica explícito quanto o autor mostra que a postura do professor de laboratório deve ser tal que ele enfoque mais o processo do que o produto. Na visão de Pacheco, a aprendizagem significativa é privilegiada quando o aluno se depara com o problema durante a experimentação, ou seja, quando o aluno concebe o problema a ser solucionado, por ter recebido autonomia procedimental do professor de laboratório. Se o aluno resolver tal problema, terá uma proximidade cognitiva entre o problema e a solução, o que implica em aprendizagem significativa. Caso não obtenha solução, a aprendizagem será ainda mais significativa, que se obtendo a solução por indução de procedimentos pré-estabelecidos de forma que a experiência "dê certo".

Em suma, não foi possível estabelecer um padrão de procedimento específico que explicasse o comportamento de todos os grupos. Nas palavras do autor:

"Temos dois aspectos a considerar: por um lado, a diversidade de problemas e limitações bem como de procedimentos adotados pelos diferentes grupos ou alunos, nos impediu de estabelecer um padrão de condutas que explicasse a todos e daí extrair uma orientação única em termos de medidas relativas ao período do pêndulo. Por outro lado, a imposição de um padrão de procedimentos recairia em alternativas que não nos permitiriam identificar as dificuldades destes alunos no que se refere ao problema da medida, mas tão somente à capacidade de cumprir ordens que os levariam aos resultados que desejássemos".

1.12 O Trabalho de Silva

"O Uso de Materiais Simples do Meio Ambiente no Ensino Experimental da Física e seu Efeito na Aprendizagem."

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Educação, da Universidade Federal de Santa Maria do estado do Rio Grande do Sul, em 1987, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação de **Mariane Terezinha da Silva**, sob orientação da Dra. Maria Alzira Nobre.

Resumo do Trabalho

Neste trabalho, Silva verifica a influência do uso de materiais simples do meio ambiente, como recurso de laboratório na aprendizagem da Física, no segundo grau.

O Objetivo da Pesquisa

O objetivo geral da pesquisa de Silva foi desenvolver e testar uma metodologia para o ensino de Física, através de um laboratório baseado no uso de recursos materiais simples encontrados no meio ambiente, ou seja, no lugar onde o aluno vive e estuda. A autora acreditava que o aluno poderia, com essa metodologia, ter um melhor desempenho em termos de entendimento do conteúdo da disciplina, além de poder fazer suas próprias generalizações da Física. Além disso, através dessa metodologia, o aluno poderia desenvolver atitudes e habilidades científicas.

Os objetivos específicos da pesquisa foram os de verificar a eficiência da sua metodologia proposta: se o ensino da Física através de experiências com objetos do meio ambiente dá condições ao aluno de um melhor desempenho em termos de aquisição de conteúdo e melhor capacidade de generalização; e, ainda, se este tipo de ensino dá condições ao aluno de desenvolver atitudes e habilidades científicas.

As Hipóteses da Autora

"Hipóteses de Trabalho

H(1): O ensino de Física, a partir de experiências com materiais simples do meio ambiente, como recursos de laboratório, dá condições ao aluno de alcançar um melhor desempenho em conteúdo e de facilitar as generalizações próprias da Física."

H(2): O ensino de Física a partir de experiências com materiais simples do meio ambiente, como recursos de laboratório, dá condições ao aluno de desenvolver atitudes comportamentais e habilidades científicas.

Hipóteses Estatísticas

HO1: A média de erros obtida no pré-teste será igual à média de erros alcançada no pós-teste, tanto na turma de controle como na turma experimental.

HO2: O tratamento instrucional entre o pré-teste e o pós-teste terá o mesmo efeito no desempenho das turmas de controle e experimental.

HO3: O tratamento instrucional entre a pré-avaliação/auto-avaliação e a pós-avaliação/auto-avaliação não afetará diferentemente as atitudes comportamentais das turmas de controle e experimental.

HO4: O tratamento instrucional entre a pré-avaliação/auto-avaliação e a pós-avaliação/auto-avaliação não afetará diferentemente as habilidades científicas das turmas de controle e experimental."

Desenvolvimento

Silva salientou a eficiência de um *método ativo* de ensino. Um método como este é do tipo no qual o aluno se torna o agente da aprendizagem ao interagir com os materiais, de modo que ele próprio construa o seu conhecimento. Neste tipo de método, o aluno aprende a raciocinar com lógica e construir seus próprios conceitos; ao invés de repetir sem reflexão ou crítica a carga de informações que recebe no ensino tradicional. Para obter tal intuito, a autora propõe que o aluno "*ponha a mão na massa*", mesmo que esta seja barata, reciclada, adaptada, etc.

Para a pesquisadora, uma das formas de se fugir do método expositivo tradicional de ensino de Física é adotar um método ativo, e a *aprendizagem por descoberta* é o método ativo escolhido por ela. A aprendizagem por descoberta consiste em dar ao

aluno elementos que lhe permitam elaborar a forma final e significativa do conteúdo. Nesta forma de aprendizado, o aluno não só se torna capaz de achar uma solução para um problema, como também ganha a habilidade de generalizar princípios.

Citando as orientações de Ronca e Escobar (apud Silva, 1987), que orientam aos professores como aplicar o método da redescoberta, o autor deixa transparecer sua crença de que tal método pode gerar "insights": "*Na redescoberta, o professor organiza cuidadosamente um conjunto de atividades as quais o aluno executa de forma a culminar com o 'estalo' ou 'insight' da descoberta do princípio ou conceito que o professor teria almejado*".(Silva, 1987) Este, o professor, é colocado como *co-investigador.* "*Esta técnica se caracteriza pela diretividade do professor, pois o mesmo orienta e dirige o trabalho do aluno, sem, entretanto, tirar-lhe a satisfação de descobrir por si mesmo".* (Silva, 1987)

Silva subdivide a técnica do método por redescoberta (ou método da descoberta, simplesmente) em duas, de acordo com a postura a ser tomada pelo professor:

- a técnica *solução de problemas*, na qual o professor tem uma diretividade intermediária, ou seja, o professor assume uma postura de orientador, criando o problema a ser solucionado pelo aluno e
- a técnica de *projetos*, na qual além do aluno ser mais livre para investigar, o professor assume um papel de co-orientador.

A forma de estruturação da disciplina escolhida pela autora foram os Mapas Conceituais de Moreira.

Segundo Silva (1987): "*Uma maneira adequada de se estruturar os conteúdos é através de mapas conceituais. Segundo Moreira, 'estes são diagramas bidimensionais que mostram as relações hierárquicas entre os conceitos de uma disciplina e que derivam sua existência da própria estrutura da disciplina'".*

Para verificar as hipóteses anteriormente citadas, Silva valeu-se de uma pesquisa, segundo ela, "quase experimental", contando com um grupo de controle e um experimental, aos quais foram aplicados um pré-teste e um pós-teste, antes e depois do tratamento experimental, ou seja, da aplicação da metodologia de aprendizagem proposta.

A população estudada foi a turma do turno da tarde da primeira série do ensino médio (na época segundo grau) da escola Cilon Rosa, da cidade de Santa Maria, RS, no primeiro semestre de 1986. Há de se ressaltar que na escolha das turmas experimental e de controle, a autora procurou a maior aleatoriedade possível.

Os instrumentos utilizados no pré-teste foram:

- Um teste constituído de 28 questões de múltipla escolha, elaborado pela autora contendo pré-requisitos matemáticos necessários para o desenvolvimento dos conteúdos de Física, pertinentes à primeira série e à realização da pesquisa.

- Uma ficha de avaliação e auto-avaliação de atitudes comportamentais e habilidades científicas a serem desenvolvidas pelos alunos no decorrer da pesquisa.

Tais instrumentos sofreram apreciação e sugestões de modificações por parte de outros professores, além de passarem pelo teste de fidedignidade de kuder-richardson, obtendo um coeficiente de fidedignidade de 0,98.

O Conteúdo a ser aprendido, tanto pela turma experimental, como pela de controle, era o *movimento retilíneo e uniforme* e o *movimento retilíneo e uniformemente variado*. Na turma experimental, usando a técnica da *redescoberta,* o conteúdo foi desenvolvido a partir de experiências com materiais simples do meio ambiente. Lembre-se que com "materiais simples do meio ambiente", a pesquisadora quis dizer "materiais baratos encontrados facilmente nas escolas, reaproveitados e adaptados"; enquanto a turma de controle foi submetida às tradicionais aulas expositivas.

Na turma experimental, de Silva, as atividades feitas por redescoberta constavam de um roteiro que terminava em uma avaliação. Esta avaliação já era o pós-teste.

Este roteiro era:

1) Título
2) Apresentação dos objetivos
3) Especificações dos materiais a serem usados
4) Descrição do procedimento experimental
5) Questionário

As experiências foram as seguintes:

1) *Noções de Medida* – Medidas de comprimento, comparações entre medições, noção de erro e média aritmética.
2) *Noções de Medida de Área e de Volume* – Medidas de comprimento, largura e altura de cubos e paralelepípedos usando régua. Comparações entre medições, noção de erro e média aritmética.
3) *Noções de Medidas Indiretas* - Desenhar gráficos de perímetro em função de um lado e de área em função do lado de quadrados feitos de cartolina.
4) *Noções de Massa e de Peso* – Usando balança de dois pratos e dinamômetros, fazer a distinção entre massa e peso.
5) *Noções de Velocidade* – Usando Cronômetros e fita métrica, calcular as velocidades escalares médias dos alunos andando pela sala de aula.
6) *Noções de Movimento, Repouso, Referencial e Trajetória* - Usando além do material da experiência anterior, uma tira de papel graduado em linha reta de 10 cm em 10 cm e marcando-se a origem dos espaços, fazer medidas de posição em função do tempo. Depois disso, desenhar os gráficos do espaço em função do tempo e da velocidade em função do tempo. O móvel a ser usado poderia ser um carrinho de brinquedo, uma bolinha de gude, etc..
7) *Estudo do Movimento Retilíneo e Variado* - Usando uma mesa inclinada, repetir a experiência anterior, desenhando gráficos do espaço em função do tempo, da

velocidade em função do tempo e da aceleração em função do tempo.

A análise dos dados obtidos entre o um pré e o pós-teste foi feita através do "t" teste de Student, comparando a turma experimental e controle; e a dos dados obtidos através das fichas de avaliação e auto-avaliação das atitudes comportamentais e habilidades científicas, foi feita empregado o x^2 na comparação das turmas experimental e controle.

Conclusões do Autor

Quanto às hipóteses estatísticas:

A hipótese HO1, que diz que "*a média de erros obtida no pré-teste será igual à média de erros alcançada no pós-teste, tanto na turma de controle como na turma experimental*", foi rejeitada.

A hipótese HO2, que diz que "*o tratamento instrucional entre o pré-teste e o pós-teste terá o mesmo efeito no desempenho das turmas de controle e experimental*", foi aceita.

A hipótese HO3, que diz que "*o tratamento instrucional entre a pré-avaliação/auto-avaliação e a pós-avaliação/auto-avaliação não afetará diferentemente as atitudes comportamentais das turmas de controle e experimental*", foi rejeitada.

A hipótese HO4, que diz que "*o tratamento instrucional entre a pré-avaliação/auto-avaliação e a pós-avaliação/auto-avaliação não afetará diferentemente as habilidades científicas das turmas de controle e experimental*", foi rejeitada.

Desta forma, Silva pôde confirmar suas hipóteses *de trabalho*, podendo afirmar que "*o ensino de Física a partir de experiências com materiais simples do meio ambiente como recursos de laboratório, além de dar condições ao aluno de desenvolver*

atitudes e habilidades científicas, proporciona um melhor desempenho em conteúdo".- Silva (1987)

Assim, os resultados apontaram que houve um crescimento significativo quanto ao aspecto cognitivo e altamente significativo quanto a atitudes comportamentais e habilidades científicas dos alunos da turma experimental em relação à turma controle. A autora entendeu que a utilização de uma metodologia ativa para o ensino da Física, com a utilização de materiais simples do meio ambiente onde vive o aluno como recursos de laboratório, levou a um acréscimo significativo na turma experimental, o que não aconteceu com a turma controle. No aspecto cognitivo, mesmo a metodologia tradicional a que foi submetida a turma controle, levou a um significativo aumento de conhecimentos (aspecto cognitivo).

1.13 O Trabalho de Vaz

"Estrutura e Função do Laboratório"

Dissertação de mestrado em Ensino de Ciências – Modalidade Física – de **Arnaldo de Moura Vaz**, submetida ao Instituto de Física e à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, em 1989, sob orientação da Profa. Dra. Maria Regina Dubeux Kawamura.

Resumo do Trabalho

Vaz discutiu o laboratório didático de ensino de Física, especialmente no segundo grau. Com base em publicações anteriores e em suas reflexões, o autor propôs um modelo estrutural de laboratório. Este é o modelo tetraédrico, em cuja concepção holística, segundo o próprio autor; tem em cada vértice um dos fundamentos da questão do laboratório: *a educação, o conceito de Ciência, a linguagem* e *a aprendizagem.*

O Objetivo da Pesquisa

Pelo comportamento de professores de segundo grau em cursos de reciclagem ministrados por Vaz, este pôde constatar que deveria ser desenvolvido um modelo teórico de estrutura de laboratório, que possibilitasse ao professor uma *personalização* do laboratório didático de acordo com os seus intuitos didáticos. O seu modelo, chamado de tetraédrico, não exclui a adoção de qualquer método de ensino; mas sim, permite uma adaptação do método escolhido aos interesses e à crença didática do professor. Vaz, mais do que refletir sobre a função e a estrutura do laboratório, partiu para o desenvolvimento de um modelo abstrato que permitisse ao professor, que tivesse participado, ou não, de um curso de reciclagem, adaptar-se a qualquer método ou programa de ensino de laboratório didático de Física, frente a reflexões entre os

componentes *(a Ciência, a educação, a linguagem e a aprendizagem)*, de qualquer método escolhido.

Desenvolvimento

O autor identificou dois problemas em cursos de reciclagem de professores de Física, em especial do segundo grau:

- A pouca vivência experimental da maioria dos professores, cuja solução pode residir na adoção de um dos muitos métodos ou programas de ensino de Física.
- A difícil adaptação de alguns professores a um método ou outro.

É nesta difícil adaptação que Vaz centra a sua atenção. Ele diz que mesmo buscando orientação para reformular e modernizar seu trabalho, os professores não abrem mão de sua própria experiência didática.

> "*Embora abertos às novidades e de certa forma ávidos por elas, os alunos de cursos de extensão que ministramos desconfiam de tudo que se assemelhe a uma panacéia. (...) é quase cega sua simpatia pelo material experimental construído por eles próprios e pela maneira que o utilizamos nas aulas*". -Vaz (1987)

Percebendo a rejeição, à priori, que os professores tinham pelo uso de materiais reciclados e pelos métodos que propunham o uso de materiais baratos, Vaz propôs uma atitude meta-didática, ou seja, uma reflexão crítica sobre a própria didática.

A partir dos resultados dessas discussões e de estudos sobre o papel do laboratório de ensino de Física, Vaz chegou ao referido modelo tetraédrico que provia os professores de uma forma de superar o preconceito com os projetos de ensino que estes poderiam adotar em suas aulas. Esta forma era a adaptação de um referido método à bagagem didática ou à forma particular de ministrar aulas de cada professor.

É importante salientar que o autor desenvolve as discussões e o seu modelo final para o *laboratório do tipo estruturado*.

Para desenvolver suas reflexões sobre o laboratório e sobre as metodologias de ensino, o autor optou por uma análise do conteúdo de artigos de três autores de distintas formações: Nedelsky, que é físico, Ivany, que é pedagoga e Parlett, que é psicólogo.

Como resultado dessa metodologia, ou seja, da análise de conteúdo, o autor obteve um conjunto de frases destacadas dos três autores, entre as quais buscou semelhanças e as agregou em quatro grupos de pressupostos: *os didáticos, os pedagógicos, os semiológicos, e os científico-ideológicos*. Assim, Vaz identificou os elementos do laboratório didático de Física com cada um desses pressupostos.

Os *pressupostos pedagógicos* foram relacionados com a educação tradicional, a tecnológica e a transacional (transformadora); os *pressupostos didáticos* foram relacionados com teorias de aprendizagem; os *pressupostos científico-ideológicos* foram relacionados a interpretações histórico-filosóficas da Ciência e, por último, os *pressupostos semiológicos* foram relacionados ao conceito de linguagem.

Para tais complexas e minuciosas identificações, o autor fez uma releitura tanto dos tipos de laboratório, como dos tipos e princípios de aprendizagem, educação, ciência e linguagem.

No que concerne ao laboratório *didático*, Vaz fez um estudo histórico e pedagógico. Relatou os fatos da época do império brasileiro, passou pela crise do "Sputnik" e a origem do PSSC. Relembrou os projetos de ensino de Física e as máquinas de ensinar. Descreveu também a classificação e as propostas dos tipos de laboratório que surgiram nos anos setenta: os laboratórios do tipo estruturado, divergente, aberto, de demonstrações, circulante e de projetos.

Quanto à releitura dos tipos de princípios de aprendizagem

Vaz ressaltou que há consenso sobre o que é aprendizagem, mas não sobre o modo como ela se processa, destacando algumas linhas epistemológicas e psicológicas:

- *A Epistemologia Genética de Jean Piaget* (apud Vaz, 1987)

  Analisando o laboratório estruturado, Vaz afirmou que a sua principal característica frente aos princípios piagetianos é o contato direto do aluno com os materiais experimentais.

- *Skinner* (apud Vaz, 1987)*e o Condicionamento Operante.*

  O autor apresentou sucintamente esta teoria e não descarta a sua aplicabilidade.

- *Ausubel* (apud Vaz, 1987) *e a Aprendizagem Significativa.*

  Vaz sintetiza a teoria ausubeliana, destacando que o aluno aprende significativamente a partir daquilo que ele já conhece. Expõe os dois tipos de aprendizagem de Ausubel: a por *recepção (ou de representação)* e a por *descoberta (ou de proposições),* sendo esta última a realmente significativa. Após essas descrições, concorda com o valor que Ausubel dá aos conceitos intuitivos dos alunos.

Vaz optou por trabalhar com o laboratório do tipo estruturado. Para isso, baseou-se nos mapas conceituais de Moreira.

Afirmou Vaz (1987): "*A partir de então, as atividades de laboratório possibilitariam que se realizasse a aprendizagem de cada um dos tipos classificados por Ausubel*".

Exemplos:

- A aprendizagem por *representações* se daria por experiências que envolvessem coletas de dados, compilações de gráficos, etc.
- Já na aprendizagem de *proposições*, as experiências deveriam ser de verificação ou obtenção de leis Físicas.

Quanto à releitura dos princípios sobre a Educação

O autor nos apresenta três tipos condizentes com o laboratório:

- A *tradicional*, associável ao laboratório de cátedra ou de demonstrações.
- A *tecnológica*, associável ao positivismo por suas metas:
    a) Preparar o indivíduo para descobrir leis naturais;
    b) Preparar a maioria das pessoas para compreender e fazer uso dessas leis;
    c) Treinar outros indivíduos para usar tais descobertas no desenvolvimento do meio ambiente material ou social.
- A *transformadora (transacional)*, também conhecida como problematizadora, Esse "tipo" de educação defende que o conhecimento não é estável, mas sim mutável e relativo. Procura criar uma consciência crítica e prega que se observem as contradições de todas as espécies.

Nesse ponto, o autor destaca Paulo Freire (apud Vaz, 1987), por ele identificar-se com essa postura educacional. Essa Educação Dialética levou Freire a acreditar, por exemplo, que não há Educadores sem Educandos. O professor não só ensina, como aprende com o aluno.

Como disse o próprio Paulo Freire (apud Vaz, 1989): "*Ninguém educa ninguém, ninguém educa a si mesmo, os homens se educam entre si, mediatizados pelo mundo*".

Dentro deste contexto, Vaz (1987) se questiona e responde em seguida:

> "*Como pode ser o laboratório didático inspirado nesta concepção de educação, um laboratório problematizador, sendo que a prática desenvolvida por Freire deu-se no terreno da alfabetização de adultos? (...) Para incluir os conteúdos escolhidos é preciso que eles sejam associados a condições familiares aos alunos (...) O que queremos dizer é que o laboratório inspirado em uma educação transformadora já se distingue pelo cuidado na escolha do material. Ele deve ser simples e familiar (...). Além disso, o aparato para as experiências (balanças analíticas, por exemplo) deve ser construído pelos próprios alunos*".

Quanto à releitura dos princípios sobre a Ciência

O autor descreve o indutivismo, o dedutivismo, o falsificacionismo e o relativismo, e ressalva que não é simples uma transposição da concepção de Ciências de Thomas Kuhn, para o laboratório didático.

Quanto à releitura dos princípios sobre a Linguagem

Vaz informou de quanto recente eram os estudos sobre comunicação e sobre a teoria da informação. Além disso, afirmou que qualquer pessoa que faça uma proposta de laboratório tem necessariamente conhecimento de uma ou outra teoria de aprendizagem, mas que certamente ela não sabe nada sobre a teoria dos signos de Saussure e de Sanders Pierce. Em seguida, o autor descreve princípios básicos sobre Comunicação e Semiologia para relacionar tais estudos com o laboratório didático de Física.

A teoria da informação identifica três elementos: o objeto da comunicação, a linguagem e os interlocutores (emissor e receptor). A linguagem é estudada pela Semiologia que é a Ciência que estuda todos os sistemas de signos através dos quais se estabelece a comunicação entre os homens. Já o signo compõe-se de um significado de determinado significante.

Segundo Coelho Netto (apud, Vaz 1989): "*Signo é tudo aquilo que está no lugar de outra coisa. Ele pode ser analisado em duas partes que o compõe: significante e significado. Entende-se por significante a parte material do signo (o som que forma uma palavra ou os traços do desenho que representa um cão) e significado, por um conceito veiculado por esta parte material, a imagem mental por ela fornecida*".

Com todas essas explicações, Vaz (1987) concluiu: "*Outra maneira de olhar a questão da linguagem, que não é em relação ao objeto, é voltar a atenção aos interlocutores do processo comunicativo. Normalmente o emissor da mensagem é o professor, ou então o livro. No entanto há momentos em que a comunicação didática se estabelece entre o aluno e um fenômeno, uma lei, ou uma representação de ambos. Estes últimos são os emissores e ao mesmo tempo o objeto de mensagem que emitem. (...) Se no processo didático se quer que o aluno receba informações de um emissor através de suas mensagens, é preciso promover a comunicação deste aluno com o*

professor, com os fenômenos da natureza e com o corpo de conhecimentos estruturado da Ciência. É nestes momentos que o laboratório desempenha papel fundamental. As experiências são muito importantes na assimilação de tantos signos peculiares que circundam a Física. As atividades experimentais são os significantes mais complexos dos objetos que se quer comunicar, por isso permitem, via de regra, uma assimilação mais justa dos seus significantes".

A Relação entre os Elementos

Neste momento do desenvolvimento de seu trabalho, Vaz diz se ver frente a um ente complexo. Tem em mãos a análise de conteúdo sobre os quatro elementos (Ciência, educação, linguagem e aprendizagem) e crê que o laboratório é uma prática. Mas, está diante de um ser complexo! Segundo Vaz (1987): "*De suas entranhas extraímos o que pudemos, mas ainda não o compreendemos... É como se estivéssemos estudando um ser vivo a partir da anatomia de seu cadáver... Dizer que o laboratório é uma prática é dizer que ele está vivo*".

Frente a essa analogia com um ser vivo, o autor converge na idéia de que o laboratório é a unicidade dos quatro elementos citados, e reportando-se ao pensamento holístico de Fritjof Capra, concebe a figura de um tetraedro, em cujos vértices encontram-se a Ciência, a educação, a linguagem e a aprendizagem como concepção de laboratório: uma totalidade integrada. Todo vértice está ligado ao outro e cada combinação entre dois elementos representa uma aresta.

Assim, ele voltou para os textos originais de Nedelsky, Ivany & Parlett e re-analisou cada trecho verificando a consistência do modelo tetraédrico com os mesmos.

A Aplicação do Modelo do Tetraedro

Vaz (1987) afirmou que: "*Esse tetraedro pondera a importância de todos os elementos, pois se descaracteriza se um deles estiver ausente. Ele também ressalta a interdependência mútua entre os elementos na formação de um todo*".

O autor disse que um projeto ao ser desenvolvido passa a conter as intenções e suposições de seus elaboradores e essas não são universais. Quando esses projetos

vão para a sala de aula, sem ter os seus pressupostos e metas explicitadas, acabam por deixar os professores à margem da filosofia desses. Como conseqüência, muitos professores podem usar o material do projeto, sem aproveitar a unidade que estes recursos guardam.

A proposta tetraédrica consiste em permitir ao professor correlacionar seus próprios conceitos de Ciência, educação, linguagem e aprendizagem de forma interdependente ao definir uma programação, planejar uma aula ou mesmo elaborar uma atividade experimental de Física.

Conclusões do Autor

Ao final de seu trabalho, o autor questiona, entre outras perguntas, se com o seu trabalho a estrutura e a função do laboratório foram identificadas. Responde que este não foi o cerne de seu trabalho, mas sim identificar as especificidades do mesmo. Quanto a essas, ele identificou a Ciência, a educação, a linguagem e a aprendizagem e afirmou que se correlacionam de maneira muito sutil. Essas correlações podem ser representadas através de seu modelo estrutural tetraédrico.

Vaz ainda disse que não identificou a função do laboratório, porém afirmou que a função desse depende intrinsecamente da sua estrutura. Estrutura essa que é transmitida pelo aspecto tetraédrico.

Mas afinal, qual é o papel do tetraedro no laboratório de ensino de Física?

O autor responde: "*... o tetraedro não dá uma descrição detalhada das atividades experimentais didáticas, mas pode ser um mapa ou um óculos àqueles que desejam se dedicar à elaboração ou à análise destas atividades. Se não se quer apenas apresentar listas de experiências, na fase de formação profissional, deve-se tentar aproximar a prática da teoria (...) relacionar as experiências ao conteúdo que se quer ensinar, ou, relacionar a atividade experimental didática aos discursos correntes na área de Ensino de Ciências. Seja qual for o caso, o tetraedro tem seu papel, tanto quando é apresentado ao professor em formação, como quando é adotado apenas pelo professor que responde a ela.*"

Segundo o autor, não basta conhecer os elementos do laboratório, é necessário compreender as relações entre eles. A função do laboratório depende intrinsecamente da sua estrutura. O laboratório descrito pelo tetraedro pode ter várias funções, de acordo com as várias escolhas feitas nos domínios das quatro áreas de conhecimento mencionadas.

1.14 – O Trabalho de Gadioli

"Atualização de Professores de Física em Serviço – Subsídios para um Programa"

Dissertação de mestrado em Ensino de Ciências – Modalidade Física – de **Nirce Pereira de Sousa Gadioli**, submetida ao Instituto de Física e à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, em 1989, sob orientação da Profa. Dra. Jesuína L.A. Pacca.

Resumo do Trabalho

Nirce Gadioli fez uma análise dos documentos oriundos dos encontros de professores de Física do segundo grau na Coordenadoria Estadual de Normas Pedagógicas - CENP - entre 1984 e 1987, do qual a autora também participou. Sua dissertação, que é um projeto de participação na CENP, destaca-se pela análise das discussões ocorridas naqueles encontros, que visavam um novo currículo para a rede pública.

O projeto de Nirce Gadioli foi por selecionado devido às considerações feitas à parte experimental da Física.

O Objetivo da Pesquisa

Não foi apresentada explicitamente uma pergunta a ser respondida ou problema central a ser solucionado, mas a autora deixa entrever durante a leitura de seu trabalho que mais que um amontoado de normativas e direcionamentos didáticos aos professores, os encontros de professores em questão geraram um grande crescimento dos participantes no que se refere aos processos de ensino e aprendizagem.

As atividades com os professores foram direcionadas e supervisionadas pela equipe da qual Gadioli fez parte. Mais que extrair informações para compor uma proposta curricular, a referida equipe propiciou um crescimento notoriamente bom dos professores participantes, e a reciclagem dos mesmos mereceu a dissertação da autora.

Desenvolvimento

Gadioli estruturou o seu trabalho cronologicamente de acordo com o que foi realizado nos encontros de 1984 a 1987. No entanto, nos restringimos aos encontros, atividades e conclusões sobre ensino experimental de Física. Assim será ressaltado, mantendo a cronologia da autora, o essencial de suas observações e conclusões sobre o tema.

Após a apresentação do projeto, a pesquisadora fez uma análise do material que foi produzido concomitantemente ao desenvolvimento do projeto. Em seguida, apresentou as atividades que foram desenvolvidas e finalmente apresentou as conclusões e os subsídios que fizeram parte da elaboração da proposta curricular para o ensino de Física na rede pública.

Ao apresentar seu projeto, Gadioli falou dos grandes temas abordados sobre o ensino de Física: o processo ensino-aprendizagem, as concepções espontâneas, o conhecimento científico, a história e filosofia da Ciência, o cotidiano do aluno no ensino de Física, e as atividades experimentais.

A investigação foi realizada em três etapas:

Buscou-se levantar as diretrizes fundamentais que deveriam nortear a reformulação do ensino de Física;

Procurou-se retomar e aprofundar as questões levantadas na primeira etapa dentro do conteúdo de Física de segundo grau;

Elaborou-se uma proposta curricular para o ensino de Física.

Para isso, ao longo do curso, os professores apresentaram trabalhos e relatórios. Além disso, a pesquisadora colheu relatos dos professores. Com isso, Gadioli buscou compreender e identificar as mudanças ocorridas procurando comparar as concepções (sobre o ensino), implícitas nos discursos dos participantes. Assim, ela organizou um conjunto de sete itens suficientes para encaixar os vários elementos encontrados no discurso e no desempenho dos participantes ao longo de todo o programa. Um desses sete itens era o papel da atividade experimental.

Cada encontro de professores de Física foi precedido de uma experiência, o que foi frutífero para as análises de Gadioli. Havia, a priori, um consenso de que as atividades experimentais são um dos mais importantes recursos didáticos no ensino de Física. Mas, como explicar esse consenso uma vez que a grande maioria dos professores presentes não teve nenhuma ou quase nenhuma atividade experimental em sua formação? Esta questão deixou Gadioli preocupada, até que pôde perceber o fascínio de cada um dos professores ao se deparar com um certo fenômeno ou outro. Ela exemplificou o fascínio com a projeção da imagem real da chama de uma vela conjugada por uma lente convergente. O que a autora dá a entender é que tal fascínio, seguido de expressões como "*O laboratório é essencial!*", refletia a idéia: "*Se foi importante para eu, professor, entender, imagine para o aluno*".

Outro aspecto previamente discutido foi o que deve ser apresentado com o auxílio de experimentações. Veio à tona a termologia. As grandezas: pressão, volume e temperatura, por serem variáveis de estado, não são tão "visíveis" quanto a imagem de uma chama projetada num anteparo. Assim, as limitações do laboratório foram discutidas também.

Além das vantagens didáticas e das limitações das atividades experimentais, foram colocados em pauta os porquês da baixíssima atividade experimental na rede pública. Além dos problemas financeiros das escolas, da falta de tempo para o preparo, falta de local adequado, número elevado de alunos por sala, falta de espaço e reduzido

número de aulas, ressaltou-se também o despreparo do professor e o grande medo de se depararem com situações conflitantes ou de falha experimental. E é neste ponto que Gadioli percebeu um primeiro *avanço* dos professores presentes: houve uma proposta radical de mudança da relação professor-aluno. O professor deveria começar a encarar ocorrências desse tipo como naturais e aproveitá-las no processo ensino-aprendizagem.

No final desta primeira fase do projeto, os papéis do laboratório foram, com dificuldade, definidos pelos professores:

- Motivar o aluno;
- Fixar o conteúdo;
- Confirmar o conteúdo;
- Desenvolver o raciocínio e habilidades manuais;
- Complementar a parte teórica.

Já numa segunda etapa após discussões, os professores chegaram a outros consensos, entre esses, quanto aos papéis das atividades experimentais de Física no ensino médio.

Por exemplo:

> *"A colocação do conteúdo deve partir de um fenômeno ou de uma observação prática que leve o aluno a interpretar, a raciocinar. A experimentação, quando realizada com o cotidiano, incentiva o aluno a dar explicações do fenômeno observado, a criar modelos explicativos e através da discussão desses modelos, verificar as suas falhas".* Gadioli (1989)

Agora, será observado o crescimento dos conceitos dos papéis das atividades experimentais em Física, num momento final; numa última etapa do projeto:

Gadioli apresenta esse crescimento dos professores, dizendo que eles partiram do conceito simplista de comprovação da teoria para conceitos refinados como sendo as atividades experimentais possíveis vias de soluções de situações problematizadoras entre os alunos; ou

mesmo serem tais atividades as criadoras de situações de conflitos cognitivos. Ou seja, nas fases finais do processo, a atividade experimental passou a ser valorizada como um instrumento para a discussão das idéias dos alunos e da Ciência.

Conclusões do Autor

No que se refere ao trabalho experimental, a pesquisadora pôde perceber que, de uma maneira geral, a atividade experimental era vista ou como uma possibilidade de confirmação da teoria ou como um instrumento de motivação para o seu estudo. Além disso, nas fases finais do processo, a atividade experimental passou a ser valorizada como um instrumento para a discussão das idéias dos alunos e da Ciência.

1.15 - O Trabalho de Schmidt

"O que há por trás do Laboratório Didático?"

Dissertação de mestrado de **Inês Prieto Schmidt**, submetida ao Instituto de Física e à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, em 1995, sob orientação da Profa. Dra. Maria Regina Dubeux Kawamura.

Resumo do Trabalho

Devido à grande inércia na implementação de mudanças didáticas e metodológicas propostas para o ensino de Física Experimental, Schmidt fez uma análise da produção acadêmica nas duas décadas que precedem a de 90, sobre o tema Laboratório de Ensino de Física.

O Objetivo da Pesquisa

Frente ao grande número de trabalhos publicados, simpósios e encontros pedagógicos que têm como tema propostas inovadoras e soluções para o problema do ensino experimental de Física; por que há tamanha resistência, ou tamanha *inércia* na implementação dessas?

Desenvolvimento

Devido à complexidade do assunto e à grande dificuldade de uma abordagem satisfatória do tema, Schmidt procurou, através de uma análise, destacar alguns elementos constituintes das reflexões feitas a respeito do laboratório didático. Só após tal detalhamento pôde fazer a sua proposta de trabalho.

O Laboratório e suas Razões

Para que haja uma aprendizagem efetiva, os pesquisadores defendem a importância de atividades experimentais, porém sob justificativas distintas. Estas são: pelo aprendizado, pelo desenvolvimento de uma postura ativa, pela natureza social e pela natureza da Ciência.

O laboratório e seus tipos

Schmidt usa uma classificação semelhante à de Ferreira (1978), para designar os tipos de laboratório.

Laboratório e a sua estrutura

Baseando-se na abordagem de Vaz (1989), Schmidt ressalta que a estrutura do laboratório é apenas um dos elementos constituintes das reflexões feitas a respeito do laboratório didático, e concorda com Vaz quando este afirma que não há uma função única, mas sim várias funções que refletem em diferentes ênfases dadas aos elementos estruturais das diversas atividades de laboratório. Vaz, para a construção do seu modelo tetraédrico, identificou quatro elementos de diferentes naturezas: *aprendizagem, educação, Ciência e linguagem.*

O laboratório e seus equipamentos

Schmidt cita Bross, que fez uma divisão histórica, referindo-se também à classificação de Ferreira, quanto aos equipamentos usados em laboratórios. Bross chegou a três eras: das Máquinas, dos "Kits" e da Sucata.

Após as análises dos elementos constituintes das reflexões feitas a respeito do laboratório didático, Schmidt questionou se algum desses elementos seria empecilho para a implementação do laboratório. E, além disso, frente ao elevado número de

trabalhos sobre o assunto, a autora questionou-se sobre o que poderia acrescentar. É neste ponto que ela faz a sua proposta de trabalho.

Schmidt partiu do pressuposto de que a questão do laboratório didático é complexa, como diz a própria: *"... sendo talvez esta complexidade, uma das razões de existirem tantas opiniões e uma disparidade bastante grande entre os motivos que justificam a sua importância"*. A sua proposta de trabalho foi analisar as discussões e propostas que foram até então feitas sobre o laboratório. Ou seja, uma análise da complexidade dos trabalhos de mais de duas décadas. Schmidt usou uma metáfora interessante dizendo que quer tirar uma "fotografia" do assunto e levantar hipóteses que dêem conta de questões como: "*por que com tantas pessoas debruçando sobre um mesmo assunto – o laboratório didático – ainda assim parecem não ocorrer mudanças satisfatórias, cujo trabalho seja agradável tanto a alunos como a professores?*"

Schmidt analisou a produção da área de ensino de Física, referente ao laboratório didático de ensino de Física para o ensino superior, ao longo das décadas de 70, 80 e 90, procurando caracterizar a sua evolução. Buscou também identificar como o laboratório é visto tanto por alunos ingressantes na universidade, como por diferentes professores por ela formados.

A pesquisa foi realizada em três etapas: análise das publicações da área; análise dos discursos dos alunos; e análise dos discursos dos professores.

Quanto à análise das publicações da área, foram selecionados trabalhos cuja temática versava sobre o laboratório didático de Física no banco de referências do ensino de Física. Foi feita uma análise quantitativa para obter um quadro geral de como a questão do laboratório no ensino de Física no Brasil se apresenta em relação às demais, segundo as seguintes categorias:

a) Evolução anual da preocupação com a questão do laboratório;

b) Distribuição de conteúdos abordados no laboratório;

c) Nível de ensino a que se destinam as experiências;

d) Abordagem do laboratório do ponto de vista de sua função.

Em seguida, foram analisados somente os trabalhos relacionados ao terceiro grau, segundo as categorias a, b e d. Além disso, foram também analisados os artigos do SNEF (Simpósio Nacional de Ensino de Física), segundo as categorias a, b, c e d. Para finalizar, foi realizada uma análise em profundidade de treze artigos de 1979 a 1982 e treze artigos do ano de 1992, todos sobre o laboratório do ensino de Física do terceiro grau. Os artigos foram analisados segundo determinadas categorias que foram surgindo ao longo da leitura. Estas categorias foram divididas em dois blocos. O primeiro bloco foi composto por: objetivo principal, visão da educação, concepção de Ciência, visão do laboratório e estratégia de ensino /aprendizagem. Já o segundo bloco, englobou: experiência, conteúdo, equipamento e conclusão.

Na segunda etapa, foram mapeadas as concepções dos alunos a respeito do laboratório através de um questionário dissertativo. Foram coletados 100 questionários ao longo de três semestres. A análise destes questionários foi feita de forma quantitativa (cálculo de freqüência), procurando identificar nas respostas dos alunos os elementos comuns e, a partir daí, estabelecer categorias que os representassem.

Na terceira etapa, foram analisados discursos de professores do segundo e terceiro graus, através de entrevistas não diretivas. A análise foi feita de forma qualitativa, observando as formas de articulação das idéias dos professores. Foi realizada uma análise de conteúdo das entrevistas, o que permitiu identificar duas vertentes: função do laboratório e relatos de experiência.

Conclusões da pesquisa

Na parte conclusiva de seu trabalho, a autora fez uma retrospectiva dos dados levantados e confirmou que o laboratório didático de Física é realmente uma questão complexa, dentro da qual sobrevivem idéias como a crença na sua importância, a idéia

indutivista de ciência, além da postura de professores que reforçam a necessidade de haver uma íntima conexão entre teoria, laboratório e formalismo matemático.

Assim, a questão central de Schmidt, como já foi mostrado, foi expressa de duas formas:

"Frente ao grande número de trabalhos publicados, simpósios e encontros pedagógicos que têm como tema propostas inovadoras e soluções para o problema do ensino experimental de Física; por que há tamanha inércia na implementação dessas?"

"Por que com tantas pessoas debruçando sobre um mesmo assunto – o laboratório didático – ainda assim parecem não ocorrer mudanças satisfatórias, cujo trabalho seja agradável tanto a alunos como a professores?"

Schmidt atribui a dicotomias oriundas da complexidade da questão os problemas citados acima. Que dicotomias são essas? O autor procurou identificar e sistematizar essas dicotomias, segundo a natureza das características envolvidas. Ela cita três dicotomias: discurso/prática; instrumental/informativo e processo/produto.

Quanto à *dicotomia discurso/prática*, a autora afirmou que os trabalhos ligados ao discurso enfocam a defesa da importância do laboratório didático sem propor qualquer ou quase nenhuma experiência. Já os trabalhos que enfocam a prática, ou seja, que propõem experiências de Física, não se importam com a defesa da importância do laboratório didático.

Quanto à dicotomia *instrumental/informativo*, a pesquisadora afirmou que, de uma forma geral, ou os trabalhos enfocam o aspecto instrumental, ou seja, dão ênfase à proposição concreta de equipamentos ou arranjos seguido de um procedimento experimental; ou enfocam o aspecto formativo, ou seja, dão ênfase ao desenvolvimento do espírito crítico associado a uma postura investigativa.

Quanto à dicotomia *processo/produto*, ela afirmou que, de uma forma geral, ou os trabalhos enfocam o aspecto processo de se construir algum equipamento, ou enfocam o aspecto produto, ou seja, como se deve usar um certo equipamento já construído.

A autora identificou essas dualidades conflitantes como uma das causas da resistência às mudanças no ensino de Física experimental propostas em tantos trabalhos.

Em função de termos pontuais de dados obtidos, Schmidt concluiu que o laboratório é o principal tema de pesquisa em relação às demais questões de inquietação da área de ensino de Física. Mecânica é o conteúdo mais abordado do ponto de vista experimental. Grandes partes dos trabalhos no Banco de Referências são descrições de equipamentos de arranjos experimentais, sendo o papel destas atividades pouco significativo. As publicações sobre o laboratório não interagem com outros problemas. A tendência de publicações acerca do laboratório no terceiro grau é crescente a partir de 1988, apresentando uma ênfase bem maior. Os conteúdos são praticamente os mesmos, "onda" aparece como tema privilegiado e a natureza do laboratório é basicamente instrumental. Nos trabalhos do SNEF, a questão do laboratório é significativa, sendo o tema que mais se destaca no conjunto geral. O caráter deste trabalho é também basicamente instrumental.

A pesquisadora mostra que, na década de oitenta, a maioria dos trabalhos visava à proposição de equipamentos ou roteiros, em grande parte, sem qualquer discussão sobre o encaminhamento dessas atividades em termos de ensino e aprendizagem. Na década de noventa, a maioria enfatiza a discussão a respeito da estratégia geral. Ainda com relação à década de oitenta, os trabalhos em geral mostram uma preocupação em utilizar o laboratório como instrumento de verificação de teoria, enfatizando a compreensão do método científico, principalmente no tratamento de dados. Na década de noventa, os trabalhos têm o intuito de tornar o conteúdo mais significativo e mais concreto ao aluno.

Também existe a preocupação com o método científico, mas agora centrado no aluno, isto é, desenvolver a postura investigativa de modo que no futuro ele consiga trabalhar de forma autônoma. Nos trabalhos mais relacionados às questões do ensino, a ênfase deixa de ser voltada em demasiado para a avaliação e passa a preocupar-se com as estratégias alternativas de ensino/aprendizagem. A grande maioria dos alunos acredita que o laboratório é um instrumento que serve para comprovar teorias, vistas em aulas expositivas.

Além disso, a autora mostra que os alunos associam o laboratório a um instrumento importante na sua formação, facilitando a compreensão dos conteúdos de Física. No entanto, poucos estudantes identificam o laboratório como sendo um elemento essencial à Física. Somente dois por cento apresentam a idéia do laboratório como ferramenta para o desenvolvimento de teorias. Já os professores, defendem que a utilização do laboratório é de extrema importância, porém nem sempre explicitam qual é a sua visão a respeito da experimentação da Ciência.

1.16 - O Trabalho de Giraldo

"Aulas de Laboratório Usando Material Experimental Conceitual"

Dissertação de Mestrado submetida ao Instituto de Física e à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, em 1996, para a obtenção do grau de mestre de **Victor Ayma Giraldo**, sob orientação do prof. Dr. Norberto Cardoso Ferreira.

Resumo do Trabalho

O autor, insatisfeito com os métodos de ensino experimental de Física, no nível universitário, propôs uma alternativa construtivista que favorecesse a aprendizagem no laboratório didático de Física.

O Objetivo da Pesquisa

O problema investigado pelo autor resume-se em suas duas perguntas explicitadas no desenvolvimento de sua dissertação:

1. *"Será que o ensino desenvolvido tradicionalmente (enfoque habitual), nas Aulas de Laboratório Didático, gera uma Aprendizagem Significativa nos estudantes?"*

2. *"Será possível propor uma alternativa construtivista para o ensino das Aulas de Laboratório Didático (enfoque significativo – epistemológico), que facilite a Aprendizagem Significativa nos alunos?"*

Desenvolvimento

Após dez anos lecionando no Departamento Acadêmico de Física da Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco - UNSAAC, no Peru e tendo visitado várias universidades, o autor estava acompanhando alguns cursos de Física

experimental e o de Instrumentação para o Ensino na USP, quando começou a se preocupar com a eficiência didática das aulas de laboratório de Física.

O autor alertou que quando ocorre uma mudança na ementa de um curso de laboratório didático, seja como conseqüência de uma imposição curricular, seja devido a uma elaboração dos programas, ou por outro motivo qualquer, que tenda a reestruturar o laboratório didático; muitas vezes ocorre uma simples troca dos roteiros, o que nem sempre favorece a aprendizagem. Esse novo roteiro pode ser originado de uma simples adequação grosseira do roteiro já existente ao modelo proposto pelo novo paradigma, sem se considerar o referencial teórico deste último; ou, ainda, o novo roteiro pode ter como origem apenas o bom senso, que através de tentativas de ensaio e erro, em alguns casos, podem até apresentar resultados satisfatórios. Porém, tais mudanças, geralmente se mostram ineficientes com o passar do tempo. (Giraldo , 1996).

Esse descontentamento com o que ocorre frente às mudanças nos roteiros de aula do laboratório didático, quando se propõem inovações, levou Giraldo a acreditar que tal problema era uma das barreiras (ou interferências) no processo educacional, apresentadas por Hodson (apud Giraldo, 1996), quando este último afirma que há muitas barreiras no ensino experimental (chamadas por ele de interferências), que dificultam a aprendizagem do aluno.

Giraldo apresentou os problemas frente às mudanças de roteiros como um tipo de interferência, mesmo que para Hodson, na maioria das vezes, tais barreiras sejam oriundas da maneira como o professor ministra o ensino experimental.

Em alguns trechos, em especial nas suas conclusões, Giraldo apresenta uma descrença na maneira como as aulas de laboratório têm sido ministradas ou planejadas:

"As atividades no laboratório, em geral, estão baseadas no uso de um manual de laboratório, que dá ao ensino de Física um caráter livresco (...) Essa forma de proceder já mostrou um alto grau de fracasso..." (Giraldo , 1996)

O autor se propôs a responder se tais barreiras podem ser rompidas num processo de implementação de uma proposta alternativa de ensino experimental de Física, que vise a uma aprendizagem significativa.

Tais indagações e indignações levaram o autor às questões apresentadas acima. Estas convergiram em suas duas hipóteses:

Primeira Hipótese:

"O ensino nas Aulas de Laboratório Didático, levado a cabo na forma habitual (que denominamos de "ensino com enfoque habitual"), não gera uma Aprendizagem Significativa nos alunos."

Segunda Hipótese:

"O ensino das Aulas de Laboratório, baseado no uso de Material Experimental Conceitual (que denominamos de "ensino com enfoque significativo-epistemológico"), facilita a Aprendizagem Significativa nos alunos."

Para desenvolver sua pesquisa, o autor inicialmente apresentou uma retrospectiva do trabalho "*Proposta de Laboratório para a Escola Brasileira: Um Ensaio sobre a Instrumentação no Ensino Médio de Física*", escrito pelo seu orientador Dr. Norberto C. Ferreira (1978). Deste trabalho, Giraldo destacou os tipos de laboratórios didáticos. Além disso, ele registrou o resgate histórico das "eras" do laboratório didático descritas na dissertação de mestrado *"Recuperação da Memória do Ensino de Física na Escola Secundária"*, de Anna Maria Marques Bross (apud Schmidt, 1995).

Após isto, ele referiu-se a Moreira e Levandowski (apud Giraldo, 1996), que caracterizam o laboratório didático segundo o *grau de estruturação* do ensino, desenvolvido durante as aulas neste, dividindo as atividades desenvolvidas em *estruturadas* e *não-estruturadas*. Giraldo optou por trabalhar com o laboratório estruturado, que segundo Moreria e Levandowski, "*...enfatiza a experimentação experimental de princípios físicos, enquanto que, o não estruturado, encoraja a redescoberta de princípios.*"

Dos três tipos de laboratório estruturado, a saber o *programado*, o *com ênfase na estrutura do experimento* e o *com enfoque epistemológico*, o autor optou pelo último, cuja abordagem, segundo o mesmo:

> "*está orientada não só para um mecanismo que possa ajudar ao aluno a compreender no que consiste um experimento, mas tambe, deverá facilitar ao aluno a compreensão sobre a natureza e a forma de produção do conhecimento. Para tal finalidade o aluno lança mão do V de Gowin. A avaliação do aluno é feita considerando o desempenho do aluno com relação ao V elaborado pelo professor.*" (Giraldo , 1996)

O autor buscava uma *Aprendizagem Significativa* nas aulas de laboratório didático. Assim, optou pela teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (apud Giraldo, 1996), e como estrutura de ação pedagógica, propôs o uso de Mapas Conceituais de Moreira (apud Giraldo, 1996), cuja elaboração deveria ser, e foi, partilhada tanto com os professores como com os alunos que participariam da sua pesquisa. Tal tipo de participação também se deu na elaboração de um dos seus instrumentos de avaliação: o V de Gowin (apud Giraldo, 1996). Além deste instrumento de avaliação, ele também se valeu de entrevistas com os professores e alunos envolvidos no processo.

A fim de testar suas duas hipóteses, o autor definiu o tema Movimento Oscilatório, no curso de Física II na UNSAAC, para o qual definiu o material didático, definiu turmas experimentais e de controle, e elaborou em conjunto com professores e alunos participantes tanto dos Mapas Conceituais como do V de Gowin. Os resultados de tais

testes serão apresentados abaixo. Porém, para entender tais resultados, faz-se necessário a compreensão da nomenclatura usada pelo autor.

Giraldo chama de *Ferramentas Heurísticas,* ao conjunto composto dos Mapas Conceituais e dos V de Gowin. Mas, este conjunto é subconjunto de outro maior, denominado pelo autor, de *MEC (Material Experimental Conceitual)* que é composto das citadas *Ferramentas Heurísticas*; de uma apostila abrangendo o tema Movimentos Oscilatórios; dos equipamentos necessários à experimentação, como por exemplo, molas helicoidais; do programa das atividades que foram desenvolvidas; além de um elemento auxiliar que foi um caderno de trabalho.

Para Giraldo (1996), a composição do *MEC* fez-se necessária porque segundo o mesmo,

> *"...ao abordarmos o processo de ensino-aprendizagem do ponto de vista construtivista, nos deparamos com uma séria dificuldade, de dispor do material educativo adequado que permita encarar o ensino de ciências em geral e da Física em particular. Um enfoque construtivista do ensino-aprendizagem supõe uma concepção especial do Material Educativo, diferente do habitual. Nesta perspectiva, propomos um material educativo concebido com a finalidade de permitir uma abordagem significativa-epistemológica para as aulas de laboratório..."*

Conclusões do Autor

A análise das aulas de laboratório com o enfoque habitual, permitiu ao pesquisador verificar a primeira hipótese (não geram aprendizagem significativa, ou seja, os alunos não conseguem aprender significativamente os conceitos envolvidos no trabalho experimental, nem conseguem aprender sobre a natureza e a prática da Ciência). Por outro lado, a análise dos resultados obtidos, quando foi utilizado o enfoque significativo epistemológico, permitiu ao pesquisador chegar em cinco conclusões provisórias.

Primeira: uma abordagem significativa e epistemológica das aulas do laboratório permite que o professor compartilhe significados com os alunos e lhe possibilita iniciar o processo de reconstrução dos conhecimentos;

Segunda: o uso do material experimental conceitual nas aulas de laboratório permite que os alunos aprendam significativamente os conceitos envolvidos no trabalho experimental;

Terceira: o enfoque permite simular o trabalho da comunidade científica, permitindo que os alunos se familiarizem com os métodos e práticas da Ciência;

Quarta: a elaboração das ferramentas meta-cognitivas garante que o aluno se prepare para o trabalho experimental;

Quinta: os resultados obtidos mostram que a proposta do autor é viável.

1.17 - O Trabalho de Costa

"A "participação" dos Estudantes num Laboratório Didático de Física."

Dissertação de Mestrado submetida ao Instituto de Física e à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, em 1997, para a obtenção do grau de mestre de **Rita Zanlorensi Visneck Costa**, sob orientação do prof. Dr.Alberto Villani.

Resumo do Trabalho

O autor investigou as razões que podem levar os alunos a se motivarem ou a se desmotivarem durante a realização de um experimento num Laboratório Didático de Física.

O Objetivo da Pesquisa

O objetivo do trabalho de Costa foi a busca de razões que podem levar os alunos a se motivarem ou a se desmotivarem durante a realização de um experimento num laboratório didático de Física.

Desenvolvimento

Trata-se de uma pesquisa qualitativa, na qual os dados foram coletados através de gravações em *vídeo-tape* de aulas práticas e de entrevistas semi-estruturadas, com os alunos de duas turmas do curso superior de mecânica de precisão da FATEC/SP. A partir disso, criou algumas categorias para analisar como os alunos trabalham durante as aulas experimentais. São elas: envolvimento grupal e individual e variáveis significativas internas e externas. Assim, para o envolvimento grupal, criaram-se as dimensões: pontos mortos, momentos de dispersão, desempenho local, global e outros. Para o envolvimento individual, as dimensões foram: pontos mortos, intenção de entrar, desempenho local, global entre outros. Por outro lado, para as variáveis significativas externas, as dimensões foram: interferência do professor, interferência de estranhos,

interação grupal, dificuldades da atividade e outros. E para as variáveis significativas internas, as dimensões foram: exigência de manter ressonância com a equipe, de retomar a tarefa abandonada, percepção de algo ou alguém no ambiente, percepção de que o interesse acabou, cansaço ou saturação e outros.

Conclusões do Autor

O autor concluiu que num laboratório didático, quando os estudantes são incentivados a construir o planejamento das experiências e a não receberem respostas prontas para as suas dúvidas, eles alcançam visões mais adequadas acerca da natureza do processo e do produto do trabalho científico. Os alunos que apresentam baixa auto-estima não se envolvem com as atividades do seu grupo por julgarem que não tem condições de contribuir.

Costa finaliza suas conclusões defendendo a idéia de que se deve dar aos estudantes a oportunidade de decidirem a respeito dos procedimentos para realizar os experimentos.

Anexo II – Evolução Histórica do Ensino de Ciências segundo Myriam Krasilchik

Fator	1950	1960	1970	1980	1990	1995
Situação mundial	**Guerra Fria**	**Crise energética**	**Problemas ambientais**	**Competição tecnológica**	**Globalização**	
Situação brasileira	**Industrialização**	**Ditadura**	**Transição política**		**Democracia**	
Objetivos da Educação	Formar elite	Formar cidadão	Preparo do trabalhador	Formar cidadão trabalhador	Formar cidadão	
Tendências preponderantes do ensino	Escola nova	Comportamentalismo	Comportamentalismo mais cognitivismo	Cognitivismo	Construtivismo pós-piagetiano e sociocultural	
Objetivos do Ensino	Transmitir informações atualizadas	Vivenciar o método científico	Pensar lógica e criticamente	Desenvolvimento científico e tecnológico	Ciência, Tecnologia e Sociedade	
Visão da Ciência no currículo	Neutra, enfatizando o produto	Histórica, enfatizando o processo	Resultante de contexto econômico, político, social de movimentos intrínsecos – enfatizando sua função como instituição			
Metodologia	Laboratório	Laboratório mais discussões	Jogos e simulações. Resolução de problemas		Informática no ensino	
Formação docente	Improviso e capacitação	Formação em Universidade	Proliferação de escolas	Programas de Atualização	Formação à distância	
Instituições que influem na mudança	Associações científicas e instituições governamentais	Projetos e organizações internacionais	Centros de Ciências/ universidades	Associações científicas e de professores/ universidades	Organizações internacionais e universidades	