



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

MARLI BALZAN CAVALARO BENINI

**LABORATÓRIO DE ENSINO DE MATEMÁTICA E
LABORATÓRIO DE ENSINO DE CIÊNCIAS : UMA
COMPARAÇÃO**

Londrina
2006

MARLI BALZAN CAVALARO BENINI

**LABORATÓRIO DE ENSINO DE MATEMÁTICA E
LABORATÓRIO DE ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA
COMPARAÇÃO**

Dissertação apresentada ao
Curso de Pós-Graduação, em
Ensino de Ciências e Educação
Matemática, da Universidade
Estadual de Londrina, como
requisito parcial à obtenção do título
de mestre.

Orientador: Prof. Dr. Carlos
Eduardo Laburú

Londrina
2006

MARLI BALZAN CAVALARO BENINI

**LABORATÓRIO DE ENSINO DE MATEMÁTICA E
LABORATÓRIO DE ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA
COMPARAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação, em Ensino de Ciências e Educação Matemática, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de mestre.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Carlos Eduardo Laburú.
Universidade Estadual de Londrina

Prof^a. Dr^a. Polônia Altoe Fusinato.
Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr^a. Angela Marta Pereira das
Dores Savioli.
Universidade Estadual de Londrina

Londrina, ____ de _____ de 2006

A idade de ser feliz

Existe somente uma idade para a gente ser feliz,
somente uma época na vida de cada pessoa
em que é possível sonhar e fazer planos
e ter energia bastante para realizá-las
a despeito de todas as dificuldades e obstáculos.

Uma só idade para a gente se encantar com a vida
e viver apaixonadamente
e desfrutar tudo com toda intensidade
sem medo, nem culpa de sentir prazer.

Fase dourada em que a gente pode criar
e recriar a vida,
a nossa própria imagem e semelhança
e vestir-se com todas as cores
e experimentar todos os sabores
e entregar-se a todos os amores
sem preconceito nem pudor.

Tempo de entusiasmo e coragem
em que todo o desafio é mais um convite à luta
que a gente enfrenta com toda disposição
de tentar algo NOVO, de NOVO e de NOVO,
e quantas vezes for preciso.

Essa idade tão fugaz na vida da gente
chama-se PRESENTE
e tem a duração do instante que passa.

Mário Quintana

Ao Prof. Dr. Orientador Carlos Eduardo Laburú pelas broncas não dadas, como demonstração de confiança e paciência.

A minha família, amigos e colegas de trabalho, pela compreensão, confiança e motivação.

Às professoras Angela Marta Pereira das Dores Savioli e Polônia Altoe Fusinato pelas valiosas colaborações.

A todos que diretamente ou indiretamente colaboraram para a realização deste trabalho.

BENINI, Marli Balzan Cavalaro. **Laboratório de Ensino de Matemática e Laboratório de Ensino de Ciências: uma comparação**. 2006. 108f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina.

RESUMO

Muito se tem dito sobre as deficiências do ensino da Matemática. A partir delas, procuramos uma solução para esse problema, surgindo então o tema Laboratório de Matemática.

Este trabalho tem como intenção mostrar como a experimentação no laboratório está inserida historicamente na Ciência e que a idéia de um laboratório de Matemática não é nova. Pretendemos com ele comparar o laboratório de Matemática com o de Ciências.

A apresentação de alguns laboratórios de ensino de Matemática brasileiros e portugueses e seus objetivos se faz presente. Para tanto lançamos mão de dados bibliográficos e documentais. Os objetivos do laboratório de Ensino de Matemática foram coletados e analisados segundo algumas categorias. Essas categorias são a motivacional, a instrucional, a funcional e a epistemológica, usadas na Ciência, baseadas em Laburú (2005).

Com base nos dados, observamos que, em se tratando de um laboratório didático, preocupado com o ensino e a aprendizagem, existem muitos pontos em comum entre o trabalho de laboratório de Ciência e o de Matemática.

Este trabalho também se preocupou em trazer um capítulo sobre “Os Diferentes Tipos de Abordagem no Laboratório de Física”, como uma elucidação para as pessoas que desconhecem as maneiras como pode ser conduzido o trabalho naquele espaço.

Palavras-chaves: Laboratório de ensino. Experimentação. Ensino e aprendizagem

BENINI, Marli Balzan Cavalaro. **Laboratory of Teaching of Mathematics and Laboratory of Teaching of Sciences: a comparison.** 2006. 108f. Dissertation (Master's degree in Teaching of Sciences and Mathematical Education) - State University of Londrina.

ABSTRACT

A lot statements is had about the deficiencies of the teaching of the Mathematics. Starting from them, we sought a solution for that problem, appearing the theme Laboratory of Mathematics then.

This work has as intention to show as the experimentation in the laboratory is inserted historically in the Science and that the idea of a laboratory of Mathematics is not new. We intended with it to compare the laboratory of Mathematics with the one of Sciences.

The presentation of some Brazilian and Portuguese laboratories of teaching of Mathematics and their objectives are made present. For so much we threw hand of bibliographical and documental data. The objectives of the laboratory of Teaching of Mathematics were collected and analyzed according to some categories. These categories are the motivacional, the instrucional, the functional and the epistemological, used in the Science, based on Laburú (2005).

With base in the data, we observed that, in if treating of a didactic laboratory, concerned with the teaching and the learning, many points exist in common between the work of laboratory of Science and the one of Mathematics.

This work also worried in bringing a chapter on "The Different Types of Approach in Physics" Laboratory, as an elucidation for the people that ignore the ways as the work can be driven in that space.

Keywords: Teaching laboratory. Experimentation. Teach and learning

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	09
Capítulo 1 – Procedimentos Metodológicos.....	16
1.1. Uma Investigação Qualitativa.....	16
1.2. Sobre os Entrevistados e Locais Pesquisados	18
1.3. Sobre o Instrumento para Coleta de Informações	19
1.4. Sobre o Instrumento de Comparação	20
Capítulo 2 – Laboratório de Ciências	26
2.1. Um Breve Histórico do Desenvolvimento Científico	26
2.2. Um Breve Histórico sobre o Laboratório de Ciências	33
2.2.1. O Papel e os Objetivos do Laboratório de Ciências	34
2.2.1.1. Anos Sessentas	35
2.2.1.2. Anos Setentas	38
2.2.1.3. Anos Oitentas	39
2.2.1.4. A Partir dos Anos Noventas	41
Capítulo 3 – Os Diferentes Tipos de Abordagem no Laboratório de Física	46
3.1. As Experiências de Cátedra	47
3.2. O Laboratório Tradicional	48
3.3. O Laboratório Divergente	50
3.4. O Laboratório Aberto e o de Projetos	52
3.5. O Laboratório à Disposição do Aluno	53
3.6. O Laboratório e o Problema da Redescoberta	54
Capítulo 4 – Laboratório de Ensino de Matemática	57
4.1. Introdução	57
4.2. Dados Bibliográficos	59
4.3. Dados Documentais	63
4.3.1. Laboratório de Ensino e Aprendizagem de Matemática– Universidade Federal do Paraná	63
4.3.2. Universidade de São Paulo – Faculdade de Educação	64

4.3.3. LEMAT – Laboratório de Educação Matemática – Universidade Federal de Pernambuco	65
4.3.4. Laboratório de Matemática – Colégio Santa Inês – Porto Alegre	66
4.3.5. Universidade da Região da Campanha – URCAMP – Rio Grande do Sul	66
4.3.6. Faculdade Tereza Martins – São Paulo	67
4.3.7. Laboratório de Ensino de Matemática – LEM – Instituto de Matemática e Estatística – IME – USP – São Paulo	69
4.3.8. Laboratório de Ensino de Matemática – LEM – Universidade Federal de Minas Gerais	70
4.3.9. Laboratório de Ensino de Matemática – LEM – Universidade Estadual de Maringá	71
4.3.10. Laboratório de Matemática na “Educação Básica” – Cidade do Porto – Portugal	73
4.3.11. Faculdade de Ciências – Universidade de Lisboa	74
4.3.12. Escola de Ensino Básico 23 de Perafita – Portugal	76
4.3.13. Escola de Ensino Básico 23 – “A Ribeirinha” – Portugal	77
4.3.14. Escola Secundária Rodrigues de Freitas – Portugal	78
4.4. Considerações	79
Capítulo 5 – Análise	81
5.1. Análise dos Objetivos e Categorias do Laboratório de Matemática	81
5.2. Comparação entre os Laboratórios de Ciências e Matemática ...	93
Conclusão	99
Referências	103

I ntrodução

O desenvolvimento da matemática está relacionado com o desenvolvimento da humanidade e podemos notar que, quanto maior o progresso da humanidade, mais a Matemática se faz presente nos mais diversos ramos, mesmo sem ser notada pela maioria das pessoas.

No entanto, a maneira como essa Ciência vem sendo ensinada nas salas de aulas, com métodos puramente dedutivos, não está correspondendo às necessidades atuais. Estamos ensinando da mesma maneira como se fazia há cem anos. (OLIVEIRA, 1983)

Os estudantes brasileiros não estão conseguindo utilizar a Matemática apresentada nas escolas não só para resolver problemas cotidianos, entender a complexidade da tecnologia e da comunicação, perguntar, assimilar informações novas como também para como trabalhar em equipe. E esses são alguns dos requisitos básicos para qualquer tipo de trabalho.

As críticas ao ensino da Matemática, no Brasil, antes da década de setenta, segundo Lucchesi, resumiam-se em cinco itens principais: O primeiro colocava a Matemática como uma disciplina que contribuía para a elitização intelectual e econômica na escola porque havia um baixo rendimento nos testes e exames, tanto os seletivos (admissão e vestibular) como os de promoção para as séries posteriores. O segundo priorizava o objetivo do trabalho de sala de aula; basicamente, fixava

técnicas de cálculo, nomenclaturas e modelos de resolução dos chamados 'problemas-padrões', sem preocupar-se em saber se o aluno compreendia os conceitos básicos. No terceiro, os programas abordados eram muito extensos e não levavam em consideração a faixa etária a que se destinavam, porque os responsáveis pela elaboração dos currículos tinham pouco conhecimento das teorias de aprendizagem. O quarto item enfatizava a abordagem cumulativa dos temas e os itens repetitivos, o que não garantia a espiralização dos conteúdos, pois o objetivo básico considerado era o treinamento dos alunos. O quinto apresentava a Matemática de maneira compartimentada, com várias disciplinas estanques: Aritmética (trabalho com números); Geometria (trabalho com figuras e teoremas nas séries mais adiantadas); e Álgebra (trabalho com letras).

Infelizmente, alguns desses itens ainda continuam sendo a realidade de muitas salas de aula.

Segundo os Estandares Curriculares e de Avaliação¹ e o Currículo Básico para a Escola Pública do Estado do Paraná², temos que trabalhar para que os objetivos escolares tornem os estudantes capazes de, além de outras tarefas, resolver problemas com o instrumental mais adequado; conhecer as implicações matemáticas do problema; poder trabalhar em grupo na busca da solução de um problema comum; ver as possibilidades de aplicar idéias matemáticas em problemas comuns e complexos; estar preparados para enfrentar problemas em aberto.

¹ Estandares Curriculares e de Avaliação para a Educação Matemática, Servilha, 1992.

² BURIASCO, R.L.C. de e outros. Matemática - Currículo Básico para a Escola Pública do Estado do Paraná. DEPG/SEED, Curitiba, 1992.

Para alcançar esses objetivos, os estudantes devem ter participação ativa, enfrentar tarefas novas e não exercícios repetitivos, ter uma visão holística e não fragmentada dos conteúdos.

Para tentar interagir nos posicionamentos descritos, pensamos no papel do Laboratório de Matemática. Mas, para saber se esse laboratório realmente poderia ajudar a sanar os problemas aqui apresentados, precisamos conhecê-lo para assim entender a sua natureza, o seu significado pedagógico e o que o diferencia de um laboratório de Ciências.

Neste trabalho, ao nos referirmos ao laboratório de Ciências, estaremos englobando os laboratórios de Física, Química e Biologia, sempre tratando do laboratório didático de Ciências e de Matemática.

A palavra laboratório deriva do latim e é a união de labor e oratório, ou seja, ora et labora, que quer dizer reza e trabalha.

No entanto, em dicionários e em livros variados encontramos os seguintes significados descritos abaixo, que, apesar de muitos, se complementam:

- Gabinete farmacêutico ou de químico, onde se procede às análises ou se fazem experiências. Lugar onde grandes transformações são realizadas. ³

- Lugar destinado ao estudo experimental de qualquer ramo da ciência, ou à aplicação dos conhecimentos científicos com objetivo prático. ⁴

- O laboratório na Ciência significa lugar onde se fazem estudos experimentais de qualquer ramo da Ciência. ⁵

- Laboratório é uma sala ou salas convenientemente equipadas e usadas por alunos para estudo de algum ramo da Ciência ou aplicações de princípios científicos.⁶

- Lugar onde se fazem preparações científicas, químicas, farmacêuticas; oficina, lugar onde se elabora, transforma alguma coisa em outra. Lugar onde se procedem a trabalhos de pesquisas por meio de aparelhos apropriados. ⁷

Grandini e Grandini (2004) afirmam que o laboratório de Ciências permite aos alunos explorar os aspectos existentes entre a disciplina em estudo e a realidade, ou seja, a descrição física da natureza a partir da própria natureza, colocando assim o laboratório como um processo de investigação que deverá ser focado, basicamente, sob os aspectos de: planejamento de experimentos, previsão de resultados, confrontação entre os resultados obtidos e os resultados esperados e, ainda mais, de compreensão de conceitos através da experimentação, habilidades no manejo de instrumentos e desenvolvimento de atitudes.

Perez (1993) salienta que tradicionalmente um laboratório denota um local onde se realizam experiências com materiais didáticos. Os

³ Novo Dicionário Etimológico da Língua Portuguesa Rodrigo Frontinha. Porto. Editorial Domingos Barreira

⁴ BUARQUE, Aurélio. Novo dicionário Aurélio. 4ªed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira.

⁵ Dicionário Contemporâneo da Língua Portuguesa Caldas Aulete, 1978, 3ª edição brasileira, Editora Delta, Rio de Janeiro - Brasil

⁶ Good, Carter V., Dictionary of Education, 1959, 2ª edição Mac Graw-Hill Book Company, Inc.

exemplos mais comuns são os de Física, Química e Biologia, nas escolas de Ensino Fundamental e Médio.

Todas essas descrições sobre o que significa laboratório de Ciências nos remetem ao pensamento de como seria a natureza do laboratório de Matemática com a finalidade de auxiliar as aulas dessa matéria. Todo esse pensar contribuiu assim para que pudéssemos delinear nosso foco de pesquisa. Além disso, muito se tem falado sobre laboratório de ensino de Matemática, mas a literatura a esse respeito é escassa. Notou-se, então, uma oportunidade para um aprofundamento nesse tema.

Questões sobre o que é esse espaço, para que serve e qual a sua função dentro do processo de ensino e aprendizagem fez parte de nossos questionamentos. Esse lugar é realmente importante para o ensino da Matemática como o é para o das Ciências?

Após essas colocações, este trabalho foi esquematizado em etapas que acreditamos serem relevantes dentro dessa busca. Pretendemos, então, localizar o desenvolvimento científico das Ciências com um breve histórico, para depois fazer o mesmo com os laboratórios de Ciências e os de Matemática, relacionados ao ensino, comparando-os e procurando encontrar pontos comuns, apesar da literatura com relação ao laboratório de Ciências ser muito mais extensa e estudada do que em relação as do laboratório de Matemática.

A comparação entre esses dois tipos de laboratório ajudará a examinar e entender o que é um laboratório de Matemática, seus objetivos e

⁷ Bueno, Francisco da S., Grande Dicionário Etimológico-Prosódico da Língua Portuguesa, 1965, São Paulo Editora Saraiva S.A. 5º volume.

sua importância para o processo de ensino e aprendizagem desse conhecimento.

Antes de darmos prosseguimento a este trabalho achamos, por bem, diferenciar experimentos e experiência, para que não haja dúvidas na sua leitura.

O termo experiência⁸ pode ser entendido resumidamente como ação ou efeito de experimentar. Meio prático de pesquisar a verdade, determinar uma lei, fundamentar uma teoria, provocando a realização de fenômenos para poder observá-los. Ensaios, tentativas. Conhecimento tirado da observação da prática da vida. Instrução, habilidade, perícia adquirida com a prática.

Aguiar (1999) descreve experiência como uma atividade que se desenvolve em um laboratório com a intenção de proporcionar o conhecimento científico, como tentativa de pôr à prova alguma coisa aceita como verdade ou algum conhecimento que foi adquirido com a observação e a prática.

Azanha (1975) diz que experimentar é submeter uma hipótese à prova, partindo do empírico para o teórico, aceitando ou rejeitando essa hipótese, e sugere a diferenciação entre os termos experimentação – que designa procedimento científico - e experiência – este de natureza pessoal.

⁸ Pesquisado em: CUNHA, A. G. Dicionário Etimológico Nova Fronteira da Língua Portuguesa. Editora Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 1982.

NASCENTE, A. Dicionário da Língua Portuguesa. Departamento de Imprensa Nacional. Brasil, 1964.

Dicionário da Língua Portuguesa Caldas Aulete. Editora Delta, Rio de Janeiro, 1978.

Novo Dicionário Etimológico da Língua Portuguesa Rodrigo Frontinha. Porto. Editorial Domingos Barreira.

BUARQUE, Aurélio. Novo dicionário Aurélio. 4ªed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira.

Sandoval e Cudmani (1992) identificam duas concepções para atividade experimental (experimento). A primeira vê o laboratório como cenário de questionamentos de paradigmas. A segunda trata dos trabalhos práticos como investigações coletivas orientadas em situações problemáticas.

As concepções acima estão baseadas em pressupostos de uma visão construtivista da aprendizagem e de uma maior compreensão sobre a natureza do processo e do produto da atividade científica. São elas: a) o processo de experimentação depende do conhecimento prévio do estudante; b) uma hipótese nunca pode ser conclusivamente falseada por um experimento; c) a Ciência é um compromisso entre a teoria e o experimento, é, por isso, que a separação total entre a teoria e o experimento não é nem desejável, nem possível; d) a maneira como o experimento é realizado, os fatores selecionados para a investigação e aqueles controlados, não são aspectos objetivos para a investigação, mas derivam das representações mentais do experimentado na situação em questão; e) o conhecimento é considerado uma construção sobre a qual há um acordo social, que ocorre mediante a aplicação de uma metodologia que não é espontânea, nem de sentido comum.

Dando prosseguimento a este trabalho, seguiremos Azanha (1975) na diferenciação dos termos experimentação e experiência.

Capítulo 1

Procedimentos Metodológicos

1.1. Uma Investigação Qualitativa

O referencial metodológico adotado neste estudo insere-se na perspectiva da metodologia qualitativa de investigação. Cabe, aqui, discorrermos sobre esta.

Bogdan e Biklen (1994) identificaram cinco características da investigação qualitativa que consideram os principais pontos de pensamento e formas de intervenção nessa perspectiva:

A primeira está relacionada com o local de estudo e aquisição dos dados, sendo esse descrito como o ambiente em que as pessoas convivem e não há simulação de um lugar. O pesquisador preocupa-se com o contexto em que o estudo está ocorrendo e observa os acontecimentos dentro da situação natural da ocorrência.

A segunda diz que a investigação qualitativa é descritiva. A palavra escrita, falada e os gestos são de fundamental importância para o registro e disseminação dos dados de pesquisa. Esses dados devem ser coletados em forma de transcrições e imagens.

A terceira característica destaca a importância do processo de pesquisa – não se olham somente resultados ou produtos.

Na quarta característica, a análise dos dados é vista de forma indutiva – “alterações vão sendo construídas à medida que os dados particulares forem sendo recolhidos e vão se agrupando” (Bogdan e Biklen, op. cit. p.50). A direção de análise só começa a se dar quando esses dados forem sendo conhecidos.

A quinta característica trata do significado como item de vital importância na abordagem qualitativa. Essa perspectiva se interessa por saber como as pessoas dão sentido para a sua vida. Portanto, faz-se fundamental conhecer quais são as percepções e como os participantes interpretam suas experiências.

Dessa forma, a presente investigação é de natureza qualitativa, uma vez que contempla as características citadas acima, mas utiliza também a análise de conteúdo, na perspectiva proposta por Bardin (1977), como processo para analisar e compreender a produção escrita sobre o laboratório das Ciências e da Matemática.

O trabalho aqui realizado é uma de análise de conteúdo, isto é, um instrumento interpretativo que, por meio do exame de textos, discursos, exames bibliográficos e documentais que tenham vínculo com a realidade do tema, busca compreender tal conteúdo. Nesse processo, emprega-se um conjunto de técnicas que têm como objetivo a descrição e a interpretação das informações colhidas.

O mecanismo utilizado para a busca de informação é a pesquisa na literatura, a leitura e a interpretação, as quais devem ser realizadas de modo sistemático, objetivo e da forma mais completa possível.

1.2. Sobre os Entrevistados e Locais Pesquisados

Este trabalho começou a ser elaborado partir de conversas informais com professores de Matemática do Ensino Fundamental e Médio, da cidade de Rolândia, Paraná, onde percebíamos que ensinar esta matéria estava cada vez mais complicado, pela dispersão e falta de interesse dos alunos em sala de aula. Como maneira de chamar a atenção e despertar o interesse, a questão 'laboratório de Matemática' foi abordada.

Para compreender melhor o 'espaço laboratório de Matemática', visitamos, em Curitiba, o Laboratório de Matemática do CEFET (Centro Federal de Educação e Tecnologia) - Ensino Fundamental e Médio, o Colégio Estadual do Paraná - Ensino Fundamental e Médio, o Instituto Politécnico - Ensino Superior, a Universidade Federal do Paraná, em Campo Mourão, a Faculdade Estadual de Ciências e Letras de Campo Mourão (FEFILCAM) e o LEM (Laboratório de Ensino de Matemática), em Maringá, pertencente à Universidade Estadual de Maringá (UEM).

Nos lugares acima citados, conversamos com pessoas que trabalham ou trabalharam com o laboratório de Matemática, porque a busca era por indivíduos que demonstrassem conhecimento a respeito desse tipo

de laboratório. Por isso, não nos foi necessário fazer algum tipo de pré-seleção das pessoas entrevistadas ou um questionário amarrado, pois, ao iniciarmos a conversa com os sujeitos, eles se mostravam receptivos e se dispuseram a falar e mostrar os locais quando solicitados pela investigadora.

1.3. Sobre o Instrumento para Coleta de Informações

A coleta de informações foi realizada nos anos de 2005 e 2006, por meio de visitas, com o intuito de conhecer e desvendar a importância do laboratório de Matemática para estas instituições⁹ e a utilização desse espaço com e pelos alunos, visando saber se há diferença entre trabalhar com a Matemática no laboratório e trabalhar só em sala de aula. Também nos utilizamos de livros, documentos, artigos, dissertações e sites referentes ao laboratório de Matemática e ao laboratório de Ciências.

Na montagem do capítulo sobre o laboratório de Ciências nos restringimos, devido à sua abundância, a dados bibliográficos. Já, para o capítulo sobre o laboratório de Matemática fizemos uso de dados bibliográficos e dados documentais.

⁹ Citadas em 1.2. – página 18.

1.4. Sobre o Instrumento de Comparação

Existem vários sistemas de análise propostos na literatura que categorizam atividades em laboratório de Ciências. Nosso objetivo não é apresentar uma revisão desses esforços, mas nos situarmos em uma delas.

Para compararmos o laboratório de Ciências e o laboratório de Matemática, tomamos como base quatro categorias diferenciadas pelo destaque das palavras-chaves e verbos de ação ou sentenças utilizadas, que sintetizam as argumentações empregadas, procurando ser fiel às expressões equivalentes empregadas no artigo “Seleção de Experimentos de Física no Ensino Médio: Uma Investigação a Partir da Fala dos Professores” (Laburú, 2005) que foram ampliadas, para que pudessem englobar os objetivos aqui descritos.

Nesse artigo, Laburú (2005) faz reflexões a respeito do laboratório didático no ensino de Física que, há muito, estão sendo registradas, destacando que, a partir do final dos anos setentas, a produção literária sobre este assunto cresceu em relação aos mais variados pontos de vista, desde o Ensino Fundamental até o Ensino Universitário.

Não obstante a esse grande número de estudos, Laburú realizou uma pesquisa que concentra os motivos para a escolha de certos experimentos, em Física, pelos professores, tema que não estava presente nas produções literárias. Assim sendo, investigou tais motivos, procurando identificar e conhecer que padrões de discurso mantêm os professores de Física interessados nesses de experimentos.

Para a realização desse trabalho, Laburú utilizou-se de um estudo qualitativo a partir de uma amostra de sujeitos, tendo como base licenciandos e licenciados do curso de Física da Universidade Estadual de Londrina, que já haviam passado por cursos de Laboratório de Física Básica e Moderna e Instrumentalização. O requisito era que quem ainda não tivesse ministrado aula nessa área, pelo menos, houvesse passado por estágio obrigatório.

Os dados dessa pesquisa foram obtidos por meio de questionário escrito e os resultados foram organizados em quatro categorias, descritas a seguir.

Primeira Categoria – MOTIVACIONAL

Nesta categoria o foco da atenção está voltado diretamente para o aluno e expressa aspectos ligados à motivação intrínseca que a atividade prática pode gerar.

Prender a atenção, despertar a curiosidade, surpreender, achar legal, interessante e divertido são algumas das expressões ligadas a esta categoria. Nela, o despertar a atenção é fator primordial.

As respostas aqui enquadradas incluem experimentos interessantes ligados à tecnologia e ao cotidiano e que vislumbrem alguma utilidade para o aluno em oposição àquela meramente acadêmica. Cardoso e Colinvax (Apud LABURÚ, 2005) sustentam essa conclusão apresentando evidências de que, além das dificuldades cognitivas, a não–ligação entre

conceitos escolares e o cotidiano é responsável por alunos desmotivados no estudo da Química.

Segunda Categoria – FUNCIONAL

Esta categoria prioriza os aspectos ligados à parte física da atividade empírica levando em conta características e propriedades inerentes do material e o seu uso na facilitação da tarefa do professor e do aluno.

Existe a preocupação com a escolha de um experimento, pois o mesmo visa facilitar a adequação dos equipamentos, sua montagem e desmontagem, a segurança das pessoas envolvidas, o destino da sujeira que pode originar da manipulação do material e o ajuste do experimento ao tempo da aula e à organização, entre outros itens.

Nesta categoria foi incluído o repasse e a produção de jogos, materiais manipuláveis e experimentos por meio de assessoria, acesso a informações já testadas, apoio a cursos específicos, intercâmbios, divulgação e troca de experimentos e de materiais.

Alguns termos denominados para classificar esta categoria são: material simples e prático, funcional, rapidamente aplicável, não perigoso, adequado ao tempo da aula, não passível de resultados duvidosos e prezado pela qualidade, entre outros.

Terceira Categoria – INSTRUCIONAL

Esta categoria trata fundamentalmente do ensino e da aprendizagem, processo no qual a prática experimental facilita a explicação, a ilustração da teoria e a apresentação dos conceitos com o intuito de fazê-los claros e simples para o aluno, tornando a aceitação e a compreensão das idéias nela embutidas, mais aceitáveis e descartando a aceitação passiva e a 'decoreba'.

Alguns sintagmas usados para caracterizá-la são: consegue enxergar a teoria na prática, o assunto está ligado ao cotidiano, aprende-se técnicas laboratoriais, desenvolve o aprendizado, simplifica a maneira de entender.

Quarta Categoria – EPISTEMOLÓGICA

Está relacionada à construção do conhecimento, mais especificamente à capacidade de formulação teórica quando trata da realidade. Enfatiza a realização de atividades experimentais que estabeleçam a relação entre o empírico e a construção teórica, demonstrando as implantações das teorias e leis.

Nesta categoria, ultrapassamos o aprendizado individual para nos ligarmos ao aprendizado como forma de construção na formação cultural da humanidade. Expressões como: demonstrar, provar, verificar, esclarecer na prática os conceitos fazem parte desta categoria.

Laburú (2005) destaca: “... as categorias Motivacional e Epistemológica têm, fundamentalmente, preocupações de mesma origem instrucional, como tem a terceira categoria”, por serem inerentes à profissão de professor no empenho em fazer com que os alunos aprendam. Apesar de separadas, essas três categorias se complementam, mas diferenciando-se da categoria Funcional “cujo intento principal é voltar-se para questões de ordem pragmática, de implementação”. (idem)

Existe também, um problema, o de interpretar a linguagem utilizada para classificá-la em uma das categorias, em razão das diferentes designações dadas às orações usadas: das quais “muitas delas ultrapassam a categoria especificada e avançam sobre outras, dependendo do sentido em que são empregadas”. (ibidem)

A partir das quatro categorias acima citadas, Laburú (2005) destaca três aptidões ou habilidades (analítica, de atitudes e procedimental) que serão usadas neste trabalho como forma de comparação entre o laboratório de Ciências e o de Matemática.

A aptidão analítica ou de processos tem como base um ideal de método científico e mecanismos formais de raciocínios envolvidos na aprendizagem da Ciência. Graças a ela que o estudante é capaz, por meio de um experimento, de reunir informações científicas e organizar os dados segundo uma ordem lógica de forma a reconhecer irregularidades, elaborar e testar hipóteses, concluir, fazer observações e inferências, reunir dados, questionar e obter respostas e usar logicamente procedimentos e estratégias, etc.

As aptidão de atitudes envolvem a aptidão para desenvolver aprendizagem colaborativa, compartilhando-se o trabalho e os resultados. Para que ela funcione, deve haver um respeito às idéias dos demais estudantes, procurando compreender os diversos pontos de vistas apresentados, mesmo que estes sejam opostos aos da pessoa.

Habilidades procedimentais são as habilidades que envolvem procedimentos práticos em geral e destreza em realizá-las. Trata-se de habilidades para lidar com os instrumentos utilizados nos laboratório e da capacidade de fazer a sua leitura e medição.

Este trabalho não classificará, nas quatro categorias acima citadas, os objetivos aqui descritos sobre o laboratório de Ciências, pois o mesmo já foi feito por Laburú (2005). A preocupação é classificar os objetivos conseguidos com os laboratórios de Matemática com o intuito de conseguir pontos convergentes ou divergentes em relação ao laboratório de Ciências a fim compará-los.

Capítulo 2

Laboratório de Ciências

2.1. Um breve histórico do desenvolvimento científico

Na Grécia antiga, Platão e Aristóteles não distinguiram conhecimento filosófico de conhecimento científico. Para Platão, “Ciência” era a posse da verdade, o contato imediato com a realidade. Mesmo Newton e Darwin, marcos da nossa ciência, também consideravam a Ciência como única (RONAN, 1983).

A distinção entre conhecimento científico e conhecimento filosófico surgiria somente mais tarde, no início do século XIX, com as ramificações da Ciência e, principalmente a partir do Renascimento, com a constituição de uma ciência quantitativa e experimental da natureza, que se tornou, em boa parte, autônoma, com seus próprios objetivos e conclusões.

A conceituação de “ciência” e de “científico” fez com que houvesse a distinção entre conhecimento científico e senso comum e entre os diferentes tipos de ciência e se criasse um método que pudesse garantir a correção dos conhecimentos e sua aplicabilidade. Tentou-se, então, criar um

tipo de conhecimento–padrão que tentasse elucidar todas as questões, equacionando-as e resolvendo-as definitivamente, para o que, contava-se com a Matemática como aliada nessa difícil empreitada.

Essas intenções duraram até a metade do século XIX, fase de grande euforia devido ao êxito obtido pelas Ciências, em que pareceu possível estabelecer um comportamento científico isento de comprometimentos subjetivos, com a apreensão da objetividade. Nessa fase, a Ciência se limitava à averiguação e à comprovação das leis que seriam reveladas pela experiência em seus campos de investigação.

Segundo Kuhn (1989), existem várias abordagens a respeito da Ciência. Uma delas diz que a Ciência é tratada como um acervo conexo de ciências separadas, na qual seus praticantes enfatizam o conteúdo técnico experimental e teórico das especialidades em análise.

A outra trata a ciência como um empreendimento único, interligando tudo o que se relaciona a esse tema. Corre-se, no caso, o risco de tornar o tema estudado muito vasto.

A partir da segunda metade do século XIX, com o surgimento de novas Geometrias (Riemann e Lobachevski), que colocavam em prova a Geometria Euclidiana, “considerada por todos como o mais firme e confiável ramo do conhecimento”¹⁰ por haver servido tão bem ao seu propósito até o momento, desencadeando certa crise na qual se repensou a noção de Ciência, até então aceita.

Esse abalo fez com que o campo da investigação Matemática e de outras Ciências se ampliasse, abrindo-se, dessa forma, caminho para que

uma nova etapa da Ciência se mostrasse, com novos conceitos, novos métodos matemáticos e novos tipos de leis científicas.

Duas visões de cientistas importantes da época a respeito da Ciência podem ser descritas:

Mill¹¹ afirmava que as explicações, previsões e descrições que caracterizam a ciência são necessariamente generalizações baseadas em um número limitado de casos particulares, que consistia em entender e estender a validade dos princípios verificados, em determinados casos, a todos os casos possíveis. Este raciocínio indutivo foi denominado por Mill de “princípio da uniformidade da natureza”. Pela sua visão, a tarefa da Ciência consistia em descobrir leis básicas e leis empíricas e em mostrar, depois, como as regularidades descritas nas leis empíricas são explicáveis pelas leis básicas da natureza.

Para Mach¹², o mundo é o conjunto de nossas sensações; por isso, os fenômenos e objetos que existem na nossa experiência nada mais são do que agrupamentos relativamente estáveis dessas sensações.

Então, o trabalho da Ciência era sistematizar os dados da experiência, isto é, reduzir a multiplicidade das nossas experiências a seus elementos mais simples e mais gerais e às relações entre eles, ordenando-os e eliminando todos os pressupostos supérfluos que não podem ser controlados pela experiência.

O Círculo de Viena¹³, que reunia um grupo de filósofos e cientistas no início do século XX, tentou introduzir um alto padrão de clareza

¹⁰ DAVIS, J. P. & HERSH R, 1985, p. 371

¹¹ Mill, John Stuart; filósofo inglês (1806 – 1873).

¹² Mach, Ernest; físico austríaco (1838 – 1916).

e rigor lógico à Ciência. Para tanto, criaram alguns princípios como o princípio da verificabilidade, o princípio da redutibilidade, o princípio do fisicalismo e a unidade da Ciência.

O princípio da verificabilidade diz que o significado de uma frase consiste nas observações que se devem fazer para descobrir a veracidade da mesma. Partindo deste princípio, todas as proposições feitas na ciência devem, em princípio, ser verificáveis e todos os conceitos definíveis no qual se refere a possíveis observações, às quais eles se aplicam, caso isto não ocorra, a frase não tem significado.

O princípio da redutibilidade é aquele em que uma proposição científica parte de uma observação ou das conclusões (sentenças observacionais) tiradas em observações comprovadas, que podem ser direta ou indiretamente verificáveis.

O princípio do fisicalismo é aquele em que as sentenças observacionais devem ser caracterizadas como descrições quantitativas de fenômenos definidos no tempo e no espaço.

A unidade da ciência refere-se ao fato de que todas as Ciências eram consideradas essencialmente uma, apesar de divididas em diferentes ramos. Esta é uma maneira referente a diversos modos de investigação, já que a base das Ciências empíricas está na possibilidade de poder fazer observação e experimentação, visto que essa observação se refere a fatos fisicamente caracterizáveis.

¹³ Círculo de Viena, estruturado por volta de 1922 a 1936 em Viena.

Esses princípios foram, aos poucos, superados em consequência de novas discussões, novos pontos de vista, novos cientistas e novo contexto histórico.

Até o século XIX, as indústrias em geral, recusavam a colaboração de cientistas acadêmicos por considerá-los visionários, sem aplicações práticas, ou por temer que eles divulgassem seus segredos tecnológicos, mas utilizavam-se do inventor empírico, de escassa fundamentação teórica, dedicado à criação e ao aperfeiçoamento de processos industriais.

A segunda revolução científica, ao final do século XIX, reuniu os cientistas acadêmicos, os inventores empíricos e captou recursos para a pesquisa científica por meio da associação entre instituições de nível superior e organizações públicas e privadas, modificando o panorama da Ciência e aproximando-a daquela que conhecemos em nossos dias.

Atualmente, estamos tão habituados à Ciência e a suas aplicações tecnológicas que vemos o progresso como algo natural. Uma explicação para tal fato talvez seja a demanda de recursos financeiros e materiais para esta área, o saber formal ao alcance de grande parte da população mundial, a fundação de escolas, de laboratórios, etc.

Cabe aqui lembrarmos dos problemas enfrentados e do caminho percorrido pelos “homens de ciência” com suas observações, experimentações, dificuldades, perseguições, discriminações...

Vencidos os obstáculos da época e prevalecendo ainda, a curiosidade, a vontade de superação, a busca do desenvolvimento, as barreiras sociais impostas foram cedendo e os laboratórios, antes tão

escondidos e camuflados, se tornam, hoje, espaços estruturados aptos a dar suporte a quem dele necessite como ferramenta de trabalho.

Mesmo, após tantas superações, resta ainda, certa mistificação a respeito desses “locais de experiências” e seus criadores. Quem nunca ouviu falar dos alquimistas, magos, bruxos e cientistas loucos associados a esses locais?

Ainda nos dias de hoje, quem não teme ou quem não se encanta com personagens imortalizados pela literatura, como o Dr. Frankenstein, Professor Pardal, Dexter, Franjinha e muitos outros?

Não possuímos laboratórios como os desses personagens, mas temos o laboratório escolar, que é onde os estudantes têm maior facilidade de acesso. Lá não são realizadas experiências mirabolantes ou estudos a fim de descobrir novas perspectivas de ciência, mas procura-se fazer com que o freqüentador se interesse pela disciplina estudada, comprovando ou ilustrando uma teoria, estimulando seu espírito de iniciativa, a autoconfiança, e quem sabe não seja nesse mesmo laboratório o início da carreira de um pesquisador.

Não podemos negar que a experimentação já fez e ainda faz parte da natureza intrínseca de inúmeros estudos e descobertas que resultaram em contribuições inestimáveis para a humanidade. A compreensão ‘do porquê’, ‘do como’, ‘do onde’, ‘do quando’ sempre exerceu e ainda exerce fascínio sobre a raça humana.

Historicamente, sabe-se que as primeiras atividades experimentais registradas sistematicamente datam do final do século XVIII

em algumas universidades européias, fato este que influenciou a disseminação dessa prática nos colégios (GALIAZZI et al.2001).

Sobre o uso de laboratórios de ensino, Armstrong ¹⁴ (apud Zacharias, 1999) nos diz que o laboratório é algo importante na prática de ensino, pois ela cria a possibilidade de fazer o aluno pensar, tomar iniciativas, não apenas decorar ou obedecer a ordens.

Pestalozzi¹⁵ (apud ZACHARIAS, 1999) acreditava que o laboratório poderia trazer à tona a individualidade e a capacidade de cada aluno, gerando descobertas nas mais diferentes áreas e, por fim, a filosofia do senso comum pregava que o treinamento e o encorajamento de seu freqüentador, aliada aos poucos conhecimentos de ciência poderiam torná-lo um cientista.

Com a chegada da Primeira Grande Guerra, ficou claro que a maioria das pessoas e dos soldados não possuíam conhecimentos para lidar com armas químicas ou se defender delas. Esse fato, em particular, fez com que pessoas ligadas ao ensino escolar começassem a repensar a idéia de “Ciência”, do uso do laboratório, certas da necessidade da segmentação do ensino, para que cada área pudesse especializar-se (SEFRIN, 2004).

Notamos que há diversos momentos históricos que influenciaram, em maior ou menor grau, o desenvolvimento da Ciência, o uso de laboratórios, a aceleração de pesquisas, usadas ou não para o bem da humanidade, como, por exemplo, a criação da bomba atômica e a conquista do espaço.

¹⁴ Armstrong, Edwin Howard; inventor americano (1890 – 1954).

¹⁵ Pestalozzi, Johan Heinrich; educador suíço (1746 – 1827).

É inquestionável o impacto, apesar de lento e gradual, da Ciência na sociedade, sobretudo por suas aplicações industriais, sociais e militares, e pela transformação das condições de vida do ser humano em uma escala cada vez maior, embora nem todas as conseqüências sejam previstas ou mesmo desejadas. Verifica-se também que a estrutura social, atitudes, valores, crenças e interesses de cada nação influenciam diretamente em seu desenvolvimento científico.

2.2. Um breve histórico sobre o desenvolvimento do laboratório de Ciências

No item anterior, ao utilizarmos a história, vimos que foi natural a criação de um espaço artificial para a investigação da natureza onde a observação rigorosa, controlada e reproduzível fosse possível.

Tem-se notícia de que as atividades experimentais nas Ciências Naturais datam do final do século XVIII, época em que apenas algumas universidades dispunham desse espaço específico. Com o tempo e por influência dessas universidades, os laboratórios experimentais foram se tornando mais comuns também nos colégios e tinham por objetivo melhorar a aprendizagem dos conteúdos científicos para que pudessem aplicá-los (GALIAZZI et al. 2001).

Segundo Solomon (1994), no século XX, o ensino de Ciências passou a dar mais importância à psicologia da educação e da história e filosofia da Ciência, e a receber delas maior influência, passando por uma análise teórica menos intuitiva, como acontecia até então.

Não há unanimidade sobre os objetivos do trabalho de laboratório de Ciências nem sobre a sua aplicação específica na educação científica. Tomando um ramo do construtivismo como base, o papel da experimentação foca em sua capacidade de promover o intercâmbio conceitual e a oportunidade que tem o aluno de transpor o senso comum e chegar a enfoques científicos comprovados (BARBERÁ e VALDÉZ, 1996).

2.2.1. O Papel e os objetivos do laboratório de Ciências

Sandoval e Cudmani (1992) distinguem três visões de laboratório: a primeira usa o laboratório como mera ilustração da teoria; a segunda trata o laboratório como uma estratégia de descobrimento individual e autônomo; e a terceira vê o laboratório como treinamento nos processos da Ciência.

Os pressupostos que norteiam essas três visões, no entender das autoras, estão baseados na experimentação como validação do conhecimento e garantia da sua confiabilidade e exatidão; na experimentação como instrumento para testar hipóteses, ou seja, como método hipotético-dedutivo; no laboratório como uma ferramenta para introduzir os estudantes nos métodos da Ciência, como por exemplo, no desenvolvimento das habilidades básicas, tais como, observações, levantamento de hipóteses, planejamento de experimentos, controle de variáveis, inferências, etc. e, por fim, na capacidade de separar método de conteúdo no laboratório.

2.2.1.1. Anos Sessentas

A guerra fria e o lançamento do satélite Sputnik (outubro de 1957), pela antiga União Soviética, desencadearam modificações na estrutura do ensino de Ciências dos americanos, pois haviam sido suplantados por outra nação (GALIAZZI et al. 2001).

A responsabilidade por tal humilhação recaiu sobre as escolas, colégios e universidades que foram acusadas de trabalhar menos do que o necessário com as disciplinas ligadas às Ciências, sendo-lhes imposta então, a obrigatoriedade de realizar atividades experimentais, procedimento que foi copiado também pelo Brasil.

Com isso, o ensino potencializado por atividades experimentais recebeu um grande impulso no início da década de sessenta, com o desenvolvimento de alguns projetos de ensino como o CHEMS¹⁶, PSSC¹⁷ e o CBA¹⁸ dos Estados Unidos. Estes projetos foram desenvolvidos em razão do “vertiginoso desenvolvimento da Ciência e da tecnologia contemporânea que tornou imperioso que se cuidasse não só da atualização, mas até da reformulação de ensino da Química na escola secundária” (CHEMS, Apud GALIAZZI et al 2001).

Kerr (1963, apud GALIAZZI et al., 2001) tomou conhecimento da grande difusão das atividades experimentais nas escolas em todo o mundo e encontrou dez motivos para justificar as atividades experimentais

¹⁶ Chemical Educational Material Study.

¹⁷ Physical Science Study Comitthe.

¹⁸ Chemical Bond Aproach Project.

na escola, motivos esses confirmados em pesquisas mais recentes por Hodson (1998), os quais:

- 1- estimular a observação acurada e o registro cuidadoso dos dados;
- 2- promover métodos de pensamento científico simples e de senso comum;
- 3- desenvolver atividades manipulativas;
- 4- treinar em resolução de problemas;
- 5- adaptar às exigências da escola;
- 6- esclarecer a teoria e promover a sua compreensão;
- 7- verificar fatos e princípios estudados anteriormente;
- 8- vivenciar o processo de encontrar fatos por meio da investigação, chegando a seus princípios;
- 9- motivar e manter o interesse na matéria;
- 10- tornar os fenômenos mais reais por meio das experiências.

(HODSON, 1998, p.630)

Em uma publicação feita em 1969, pela Comissão sobre o Ensino na educação Superior do Sindicato Nacional de Estudantes da Inglaterra, concluiu-se que os objetivos do trabalho prático são os de aprendizagem de técnicas experimentais e que o reforço das aulas teóricas é considerado, pelos professores, de relevância. Os estudantes também deram ênfase à oportunidade proporcionada à iniciativa pessoal pelo trabalho de laboratório, à possibilidade de julgar um fato experimental e conseguir formar um relacionamento mais próximo com os docentes (ibid).

Outra pesquisa inglesa destaca que, para os professores, o papel da experimentação é motivador, por aproximar as Ciências dos alunos

mais jovens (ensino médio) e desenvolver capacidades para melhorar o aprendizado de ciências no ensino superior.

Objetivos considerados importantes pelos professores dessa época, assinalados por Barberá e Valdés (1996), foram o desenvolvimento de atividades manipulativas, a oportunidade criada para proporcionar a compreensão dos princípios teóricos e a análise de fatos e dados que possam permitir, posteriormente, o descobrimento dos princípios estudados. Entretanto, os principais objetivos destacados pelos estudantes foram a promoção do interesse e o contato com a realidade dos fenômenos naturais.

Em Trumper (2003), estão listadas algumas opiniões de outros autores sobre o objetivo do laboratório de Ciências: Hurd (1969) diz: "... em geral, o objetivo do laboratório é auxiliar o estudante a impor ordem intelectual aos dados; as habilidades de que ele necessita são mais intelectuais que manipulatórias". Para Schwab (1962) "... guiar, ao invés de seguir, o que será ensinado em classe", e destaca que se deveriam fornecer ao aluno, pequenos problemas reais a serem resolvidos, sem os tradicionais guias que geralmente são fornecidos aos estudantes, com o intuito de inserir, cada vez mais, problemas em aberto. Idéia esta, criticada por Ausubel por trazer conseqüências indesejáveis como o endeusamento do ato da descoberta associado aos métodos indutivo e acidental de aprendizagem e a exploração da dependência das propriedades empírico-concretas na compreensão e manipulação de idéias.

2.2.1.2. Anos Setentas

Na década de setenta, tentou-se colocar em prática o que já havia sobre as atividades experimentais, procurando-se melhorar a eficácia desse trabalho. Para tanto, houve a necessidade de: superar obstáculos por meio da melhoria da relação entre professor e aluno; dar aos alunos maior esclarecimento sobre os objetivos a serem trabalhados neste tipo de atividade que, por sinal, eram idênticos a alguns objetivos gerais de um curso de Ciências; e estreitar os vínculos entre a prática de laboratório e o conteúdo teórico das aulas (BARBERÁ e VALDÉS, 1996).

Anderson (apud BARBERÁ e VALDÉS, 1996) em 1976 propõe alguns aspectos educativos para colaborar para o desenvolvimento do trabalho prático. O primeiro deles refere-se ao laboratório como lugar onde pessoas se reúnem para explicar os fenômenos naturais. O segundo refere-se à criação de oportunidades de aprendizagem por meio de estratégias sistemáticas e generalizadas que podem ser transferidas a outras situações - problemas. Outro aspecto que ele destaca são os procedimentos de laboratório que permitem ao estudante apreciar e estimular o uso do papel científico na investigação. Por fim, ele considera que o trabalho no laboratório proporciona uma visão de conjunto das diferentes Ciências.

2.2.1.3. Anos Oitentas

Nos anos oitentas, foram os processos e procedimentos que tiveram destaque no ensino praticado nos laboratórios de Ciências, gerando-se assim, críticas sobre a forma de utilização das atividades experimentais. Tentou-se mostrar que os objetivos do uso dessas atividades estavam se perdendo, pois se encontravam centradas na concepção de identificar o conhecimento como um aspecto separado da atividade científica, trazendo como consequência uma diminuição da sua utilização no ensino de ciências (SOLOMON 1988; MILLAR 1987).

Com as reformas curriculares ocorridas na década de oitenta tratou-se com maior ênfase por meio da experimentação dos processos e procedimentos das Ciências, que se propunham identificar o conhecimento como um aspecto separado da atividade científica. O currículo da Inglaterra e Gales descreve os objetivos das práticas de laboratório que consistia em: fazer observações; selecionar, entre as observações realizadas, as relevantes para as investigações que se planejavam realizar; buscar e identificar regularidades e padrões, relacionando-os com outros já percebidos anteriormente; sugerir e enumerar explicações para os padrões propostos; elaborar e realizar experimentos para provar as explicações sugeridas para os padrões de regularidades propostos.

Crítica-se, nesse enfoque, o fato de enfatizar o ensino descontextualizado dos processos científicos e, também, o de, por ele não se poderem ensinar os processos cognitivos gerais como observar, classificar,

idealizar hipóteses, entre outros, como se abstratos fossem, uma vez que são processos não generalizados no dia-a-dia das pessoas e não transferíveis pela educação, além de estarem estreitamente relacionados à teoria em estudo. Devemos considerar que, no cotidiano, as pessoas normalmente costumam observar, classificar e levantar hipóteses.

Ainda sobre os anos oitentas, Barberá e Valdéz (1996) destacam três investigadores Boud (1986), Woolnoug e Allsop (1985), que estudaram a respeito dos conceitos de trabalho experimental em laboratório desta época.

Boud (apud BARBERÁ e VALDÉZ, 1996) dá ênfase disciplinar às atividades experimentais relacionando-as às idéias-chaves das disciplinas. Estas relações podem ser de caráter teórico ou prático e oportunizam a formação de futuros cientistas que contribuirão para o avanço das Ciências. Outro enfoque dado por eles diz respeito às necessidades profissionais necessárias em carreiras como medicina ou agronomia. Nesse enfoque o trabalho prático está direcionado a problemas durante o exercício profissional.

Woolnoug e Allsop (apud BARBERÁ e VALDÉZ, 1996) destacam três objetivos fundamentais inerentes às atividades experimentais. O primeiro deles, propõe exercícios que desenvolvam técnicas e atividades práticas. O segundo destaca as atividades de investigação, por meio das quais é oportunizado, aos alunos, o enfrentamento de tarefas abertas que faz com que eles se exercitem como cientistas. O terceiro objetivo visa fazer os alunos conscientizarem-se de determinados fenômenos naturais.

2.2.1.4. A partir dos anos noventas

Os anos noventas foram os anos em que começaram a destacar princípios da Psicologia educativa, da Filosofia e da Epistemologia na aprendizagem das Ciências.

Vários investigadores, dentre os quais Barberá e Valdéz (1996), mencionam a contribuição de Lararowitz e Tamir (1994).

Lararowitz e Tamir (apud BARBERÁ e VALDÉZ, 1996) propõem quatro objetivos considerados, por eles sobre o emprego da experimentação no ensino de Ciências, característicos e únicos. Ensinam que a experimentação deve proporcionar experiências concretas e oportunidades para afrontar os erros conceituais dos estudantes, além de dar a eles a oportunidade de manipular dados de forma prática e de desenvolver atividades de racionamento lógico e de organização, para que possam construir e comunicar valores relativos à natureza das Ciências.

Tomando como base pesquisas mais recentes, Borges (2002) acredita que as atividades experimentais propiciam ao aluno compreender e aplicar os conhecimentos adquiridos na escola, destacando que, durante tais atividades, o importante é o envolvimento com a busca de respostas e soluções para os problemas colocados, a simbolização ou representação para efetuar a conexão dos símbolos com as situações imaginadas e, por fim, a manipulação dos materiais na realização do experimento.

Ainda em seu trabalho, Borges apresenta a ciência como uma estrutura teórica, mas comenta a necessidade de procurar criar oportunidades para que o ensino experimental se faça presente de maneira

adequada, permitindo ao aluno integrar o conhecimento prático ao conhecimento teórico. Alerta também que suprimir a importância dada aos laboratórios no ensino de Ciências significaria destituir o conhecimento científico de seu contexto, reduzindo-o a um sistema abstrato de definições, leis e fórmulas.

Na mesma linha, Séré et al. (2003) dizem que as atividades experimentais são atividades sem precedentes para o aluno, vista que elas dão sentido ao mundo abstrato e formal das linguagens, permitindo o controle do meio experimental, fornecendo autonomia em relação aos objetivos técnicos, favorecendo as técnicas de investigação e possibilitando um olhar crítico sobre os resultados obtidos.

Outros aspectos positivos das atividades experimentais para o ensino são descritas por White (1996). Em seu trabalho, ele discute sobre o domínio cognitivo, objetivando descrever o processo de armazenamento de informações na memória humana baseada em episódios e imagens.

Os episódios são fatos que ficam na memória e as representações desses fatos, pela memória, são chamadas de imagens, que ficam armazenadas no cérebro em forma de diagramas, figuras ou cenas. É através dos episódios armazenados que o conhecimento se mantém e possibilita o relacionamento com novas experiências. Envolver o aluno em atividades experimentais é um modo de fazer com que ele vivencie esses episódios sobre o conhecimento, os relacione e integre com outros armazenados, facilitando, assim, o processo de aprendizagem do conceito.

Hodson (1994_a, 1996) possui semelhantes idéias para o domínio cognitivo e descreve doze procedimentos que podem ser adotados pelos professores, durante as atividades experimentais, para que possa haver mudança conceitual por parte de seus alunos. Essas ações são:

- 1- fazer com que os alunos explicitem suas próprias idéias através de discussões com o professor e os colegas;
- 2- explorar as implicações destas idéias;
- 3- adaptar e testar estas idéias com a experiência¹⁹;
- 4- fazer com que os alunos usem suas idéias teóricas para explicar as observações;
- 5- aplicar essas idéias a novas situações;
- 6- modificar e refinar suas idéias para assegurar uma melhor adaptação com a observação;
- 7- fazer as predições, olhar para o aparato observacional e testá-las ²⁰;
- 8- introduzir experiências para mudar e contradizer o ponto de vista dos alunos;
- 9- encorajar a geração de grupos de conceitos e explanações alternativas;
- 10- introduzir uma explanação 'oficial' como alternativa;
- 11- explorar e testar todas as alternativas, repetindo os passos de 1 a 7;
- 12- comparar, julgar e fazer a escolha liderada pelo consenso.

Em sua fala, Hodson (1996) afirma que a prática da Ciência proporciona três tipos de aprendizagem. O primeiro tipo está ligado a mais intensificada compreensão conceitual de qualquer tema estudado ou

¹⁹ O professor pode desafiar o aluno a conseguir um embasamento observacional para suas idéias.

investigado. O segundo relaciona o aumento do conhecimento ao procedimento, isto é, aprende-se mais acerca das relações entre a observação, a experimentação e a teoria. O terceiro tipo de aprendizagem trata da melhoria das técnicas de investigação que podem vir a converter-se em habilidades investigativas.

Essa maneira de pensar levou Hodson (1996) a acreditar que a prática da Ciência incorpora outras atividades à aprendizagem da Ciência à sua natureza. Para ele, os estudantes devem descobrir que a prática científica é uma atividade complexa construída socialmente. Esta conscientização, segundo Hodson, não pode ser criada unicamente mediante investigações pessoais sobre temas de interesse próprio. O conhecimento conceitual e o conhecer os procedimentos adotados pelos cientistas em circunstâncias particulares, no passado, são insuficientes para possibilitar que um estudante participe com êxito de uma investigação científica, pois, para Hodson, tal habilidade somente é desenvolvida mediante experiências. Isto é, na opinião do autor, a prática da ciência é o único meio de aprender a fazer ciência e de experienciar a ciência como um ato de investigação.

Para Richoux & Beaufils (2003), as atividades experimentais permitem determinar a relação particular que as ciências empíricas estabelecem com o mundo real, podendo-se, a partir daí, obter uma visão e uma compreensão unificadas dos fenômenos.

²⁰Neste momento o professor pode começar a desenvolver atividades com a finalidade de efetuar a mudança do entendimento.

Ao longo deste capítulo estivemos comentando e citando trabalhos que abordavam o papel, os objetivos e as justificativas da utilização de atividades experimentais no ensino de Ciências. A concepção predominante deste estudo foi marcada pela tendência em traçar objetivos ligados, de um modo especial e único, ao uso experimental das Ciências sem nos atermos à comprovação de teorias ou desenvolvimento de atividades cognitivas de alto nível. Notamos que os estudos aqui citados reconhecem a necessidade da experimentação no ensino das Ciências. Trabalhos com estas características são encontrados, com bastante frequência, na literatura nacional e internacional. No entanto, estudos que têm como enfoque a comparação entre a utilização de atividades experimentais no ensino de Ciências e de Matemática não foram encontrados.

Podemos dizer que esse capítulo trata da teoria, do que é desejável. Não pesquisamos, nas escolas, o que realmente é vivenciado dentro dos laboratórios de ensino de Ciências.

Capítulo 3

Os Diferentes Tipos de Abordagem no Laboratório de Física

O motivo pelo qual inserimos este capítulo no trabalho foi porque a maioria dos professores de Matemática, com os quais conversamos, não conhecem as maneiras de trabalhar dentro de um laboratório. Isso foi detectado em conversas informais com professores de Matemática da cidade de Rolândia. Nossa intenção é ilustrar alguns modos de utilização do laboratório, para tanto nos baseamos em pesquisas já realizadas na disciplina de Física.

Em pesquisa, não oficial e não documentada, nos currículos das faculdades de Matemática, disponíveis na internet, verificamos que são poucas as instituições de ensino superior que fornecem em sua grade curricular, a disciplina “Laboratório de Matemática”. Não podemos dizer também se as que oferecem possuem, em seu programa, o tipo de estudo apresentado abaixo.

O parco estudo aqui apresentado baseou-se em “Proposta de laboratório para a escola brasileira: um ensaio sobre a instrumentalização no ensino médio de Física” de Norberto C. Ferreira, dissertação de 1978.

De uma maneira geral, podemos caracterizar o ensino da Física direcionado ao laboratório como um continuum no qual, de um lado teríamos um trabalho centrado no professor e do outro, o trabalho estaria a cargo do aluno, assumindo o professor o papel de orientador.

3.1. As Experiências de Cátedra (observação pelo aluno)

Numa classificação de modalidades de laboratório, baseada nas atividades dos alunos, as experiências realizadas pelo professor, também chamadas de experiência de cátedra, ocupam o nível mais baixo de envolvimento do aluno.

Nesse tipo de experiência o aluno pode participar logicamente dos raciocínios desenvolvidos durante a exposição e observar o comportamento das variáveis em questão, mas sua interação com o material será nula, não podendo influenciar, nem escolher as variáveis sobre as quais agir.

Os principais objetivos deste tipo de experiência são: ilustrar e ajudar a compreensão das matérias desenvolvidas nos cursos teóricos; tornar o conteúdo interessante e agradável e desenvolver a capacidade de observação e reflexão dos alunos.

Para que esses objetivos sejam alcançados é necessário que os alunos tenham plena consciência da finalidade da experiência, devendo seus ensinamentos ser aplicados em um maior número possível de situações - problemas.

3.2. O Laboratório Tradicional

Devemos usar a expressão “laboratório tradicional” com certa cautela, pois, quando se analisa o todo que forma o ensino de laboratório, fica difícil estabelecer regras rígidas para determinar o que é e o que não é um laboratório tradicional.

Analisando como estudantes se desenvolveram em áreas, como Física, Química, Biologia, Engenharia, etc., e em atividades pertencentes à sua formação profissional, encontramos alguns denominadores comuns às mesmas, a partir das quais podemos tentar explicar o que se convencionou chamar de “laboratório tradicional de ensino”.

Partindo-se de bases comuns, os objetivos deste tipo de laboratório seriam a grosso modo: habilitar os estudantes no manuseio de instrumentos de medida; realizar experimentos com o intuito de verificar leis ou fenômenos; motivar os estudantes para o estudo da disciplina em questão; dar suporte aos cursos teóricos da disciplina estudada e introduzir os alunos no método científico.

Esse tipo de laboratório possui, geralmente, um texto-guia com as instruções sobre a maneira de agir do aluno e sobre a supervisão constante do professor ou monitor para auxiliá-lo nos experimentos. Isso, porém, limita o poder de decisão do aluno, mas ainda existe maior participação, do que nas experiências de cátedra, e o professor deixa de ser o centro, passando a atuar basicamente como orientador.

Segundo Romey (1968), no laboratório tradicional ou, entendido por ele como atividade estruturada, o aluno recebe instruções de procedimentos a que se deve ater para chegar a resultados específicos, obedecendo aos passos indicados pelo professor os quais consistem em: a) propor um problema; b) sugerir um problema para a coleta de dados; c) dar o tempo necessário para coletar os dados da maneira sugerida; d) solicitar que os alunos organizem seus dados em tabelas e gráficos; e) solicitar que os alunos respondam a uma série de questões sobre os seus dados; f) solicitar que os alunos obtenham generalizações.

Quanto à utilização do laboratório tradicional, deve-se planejar com cuidado as experimentações e ter sempre em vista os objetivos para evitar conseqüências como rotina, improvisação e ênfase demasiada aos relatórios. Romey (1968) afirma que esse tipo de atividade pressupõe, por sua vez, as seguintes condições: a) o problema deve ser formulado de modo adequado; b) os alunos devem estar preparados para trabalhar dessa maneira; c) o professor deve saber como conduzir o experimento por meio do uso apropriado de perguntas e questões apropriadas.

Por esse modo de usar o laboratório, o estudante tem de realizar o experimento dentro de um tempo fixo e não tem a oportunidade de pensar ou tentar novas estratégias.

3.3. O Laboratório Divergente

No laboratório tradicional o aluno segue as instruções contidas num manual, com esquema claro e definido e não tem poder de decisão sobre ele, como nas questões:

- a) Monte um circuito da figura ao lado.
- b) Anote as tensões e correntes lidas nos aparelhos.
- c) Construa um gráfico $V \times i$.
- d) Verifique se $V = R \cdot i$.

Num laboratório de abordagem divergente, atividades como essa, do tipo de verificação pura e simples de uma lei, não aparecem e os objetivos se afastam de metas que tenham por fim a verificação pura e simples de uma lei. Para caracterizá-lo como tal, deverão existir explicitamente outros objetivos. Quando analisa o tempo dedicado por um aluno numa generalização do tipo lei de Hooke, Nedelsky expõe:

“... parece claro que o tempo pode ser considerado bem gasto, não porque o aluno aprendeu a lei de Hooke, mas porque ele entrou em contato com alguns aspectos da Física como processo de investigação ou porque adquiriu algum entendimento da relação existente entre a formulação matemática e o comportamento dos objetos materiais.”

As palavras de Nedelsky (1958) esclarecem bem os tipos de objetivos encontrados num laboratório divergente, onde elucidam que a importância é dada ao processo e não ao fim quando da realização de experiências do tipo lei de Hooke.

Podemos, então, verificar, no laboratório divergente, que o aluno deverá cumprir uma série de tarefas que são comuns a toda classe, e a partir dos conhecimentos experimentais adquiridos e de suas preferências pessoais por algum assunto, ele poderá escolher uma área para aprofundamento. Nessa fase, teremos laboratórios diferentes para estudantes diferentes. O laboratório, portanto, só se torna divergente a partir de determinado instante.

Nota-se, neste tipo de laboratório, um envolvimento maior do aluno, pois ele terá que proceder à escolha de uma área de preferência pessoal para a investigação.

Seria ótimo que o professor encontrasse seus alunos capazes de realizar uma escolha em termos de pesquisa, dentro de um programa a ser cumprido e com condições materiais que permitissem levar adiante os experimentos escolhidos. Porém, essa não é, em geral, a realidade. Os alunos devem ser treinados para formar uma base, na qual possam se apoiar para fazer uma opção.

Deixando de lado as dificuldades, vemos que o enfoque do laboratório divergente possibilita a ocorrência de uma escolha, embora não de liberdade total, porque as experiências básicas também serão restritivas e há, além disso, aspectos relativos às condições materiais, que limitam as escolhas.

3.4. O Laboratório Aberto e o de Projetos

O laboratório aberto é a proposta do laboratório que permite ao aluno uma participação quase autônoma dentro do trabalho experimental. Numa visão simplista, trata-se de um laboratório tradicional comum com maior flexibilidade quanto ao horário de trabalho. O aluno pode organizar um cronograma para a realização das tarefas de laboratório dentro do tempo que lhe convier, contando que haja alguém que o supervisione.

O laboratório aberto, em uma concepção mais ampla, seria aquele no qual a liberdade estaria, além do horário de trabalho, nas próprias ações do estudante.

Os objetivos do laboratório aberto variam de acordo com as suas características. Um laboratório aberto poderá ter objetivos semelhantes aos do laboratório tradicional. Neste caso, o aluno terá pouca possibilidade de atuação fora da linha traçada pelas instruções contidas nos guias e seu comportamento estará sujeito às mesmas instruções.

Por outro lado, o laboratório de projetos possibilita ao aluno a elaboração do seu experimento e liberdade de escolha quanto aos objetivos, plano de trabalho, material a utilizar, etc. Nesse caso, os objetivos do professor poderão estar ligados à planificação de um experimento e a sua execução, ou atuação do aluno, diante de um trabalho científico. No decurso do experimento poderão, ainda, ser percebidos objetivos implícitos, tais como o manuseio adequado do instrumental, a calibração de um instrumento e o tratamento de dados, entre outros, que não serão atingidos de forma direta.

Nesses casos, o aluno é levado a pesquisar e os esclarecimentos devem ser feitos sob a forma de debate com o professor.

Para que o laboratório seja usado sob a forma de projeto, deverá existir, primeiramente, uma discussão com os alunos a respeito da maneira de agir de cada um e da escolha do experimento a ser desenvolvido posteriormente.

O aluno deverá fazer um plano de trabalho, bem detalhado, no qual especificará o tema a ser desenvolvido, o material a ser utilizado e seus objetivos, entre outras coisas.

É difícil tanto para o professor como para o aluno o trabalho de laboratório através da técnica de projetos. Tal abordagem poderá se encaixar-se bem, mas somente no final de um curso de instrumentação, quando o aluno já tenha passado por, pelo menos, uma experiência de laboratório divergente.

3.5. O Laboratório à Disposição do Aluno

Alguns laboratórios deixam o material de estudo à disposição do aluno, cabendo, a iniciativa da atividade experimental ao aluno. Estes laboratórios também recebem o nome de: laboratórios de corredor, prateleiras de demonstrações e biblioteca de instrumentos.

Este tipo de abordagem pode ser utilizada pelos cursos tradicionais e também em auto-instrutivos.

Em geral, esses tipos de laboratórios têm como objetivo a verificação de um fenômeno ou lei, para que possa servir de suporte a um curso teórico que o aluno esteja desenvolvendo. Poderíamos encará-los como bibliotecas de consulta para a resolução de uma dúvida imediata.

Nesses laboratórios, cada instrumento possui um guia detalhado com instruções sobre a utilização do instrumental. Price (1974) salienta algumas características do laboratório: O experimento deve ilustrar qualitativa e quantitativamente um princípio e não pode estar mascarado por instruções e aparelhagens complexas; o instrumental deverá ser barato e forte para que possa ser utilizado sem auxílio de monitores.

3.6. O Laboratório e o Problema da Redescoberta

Nesse laboratório há abordagens que levam os alunos a uma situação de redescoberta. Seu pressuposto fundamental seria que o aluno, descobrindo por si só determinada lei ou fenômeno, tivesse um aprendizado mais efetivo. A descoberta de um fenômeno ou o confronto e a concordância de dados obtidos experimentalmente com outros já existentes, traz implícita para o aluno a idéia de vitória e de dever cumprido.

Tal processo não poderá ser desenvolvido por acaso, colocando-se o aluno diante de uma variedade enorme de instrumentos e aguardando-se que ele descubra algo. Isso poderá ser extremamente frustrante, tanto para o professor, quanto para o aluno. Em determinadas situações, desde que o aluno possua um grande conhecimento da

aparelhagem utilizada e queira estudar fenômenos próximos aos já abordados, será possível tentar uma experiência desse tipo.

Tal procedimento seria parecido com aquele com o qual discutimos quando tratamos dos laboratórios divergentes e o de projetos. A partir de uma base sólida de conceitos e habilidades experimentais, o aluno tentará não propriamente uma redescoberta, mas algo que para ele teria um sentido de descoberta.

A descoberta, como meio didático, tem sido objeto de inúmeras polêmicas. Kaufman (1971) analisou detalhadamente as implicações teóricas de uma aprendizagem das descobertas nas Ciências. Ele discute com objetividade as posições de Bruner, Gagné, Skinner, Piaget, Ausubel e Hendrix, entre outros.

Seria interessante mencionar aqui a citação de Kaufman em que ele relata uma discussão entre Ausubel e Hendrix (defensora do método da redescoberta). Para Hendrix, não é importante que a criança mencione 'densidade' para que ela entenda o conceito, e pergunta: "Arquimedes usou 'densidade' ou o 'eureka' apareceu antes?" Ausubel afirma que tal argumentação é falha, pois puçás de crianças teriam a genialidade de um Arquimedes, e que, se quiséssemos seguir Hendrix, teríamos ao fim do experimento, uma grande quantidade de crianças molhadas.

Uma posição mais sensata seria aquela defendida por Gagné (1972): "A resolução de problemas ou a descoberta, é apenas a etapa final de uma seqüência de aprendizagens das quais muitas já realizadas devem tê-la precedido no tempo. Para que seja coroada de sucesso, a resolução de problemas deve basear-se no conhecimento e evocação de princípios que se combinam na elaboração da solução, isto é, do princípio de ordem superior".

Faremos aqui uma observação: quando tratamos de laboratório de Ciências pensamos em um lugar onde são utilizados os mais diversos tipos de aparelhos para a realização do experimento, o mesmo não acontece com o laboratório de Matemática.

No laboratório de Matemática pode-se trabalhar com softwares ligados a essa disciplina, materiais manipuláveis, trabalhar com o lúdico, montar algoritmos, “fazer contas”, chegar a conclusões teóricas, seguir um padrão, pesquisar em livros e revistas, sem, no entanto, trabalhar com aparelhos de medições ou observar a evolução um experimento. Ele difere em algo que é habitual no laboratório de Ciências.

No próximo capítulo realizaremos uma síntese de artigos encontrados que tratam do papel, dos objetivos e justificativas da utilização de atividades experimentais no ensino de Matemática.

Capítulo 4

Laboratório de Ensino de Matemática

4.1. Introdução

O laboratório didático assume, como vimos, um papel relevante quando analisado no contexto do ensino das Ciências. Qualquer que seja a posição adotada pelos pesquisadores em educação, todos parecem concordar de que o laboratório é um componente fundamental para atingir os objetivos de ensino (instrucionais, epistemológicos, motivacional e funcional).

Tal consenso provém da aceitação, amplamente descrita na literatura, de que as atividades experimentais iriam propiciar aos alunos uma aprendizagem mais efetiva dos conceitos que lhes dizem respeito.

Em seu trabalho, Kline (1976) explica que a idéia de um laboratório de Matemática não é nova, embora ele não tenha sido usado em larga escala, tampouco se tenha prestado suficiente atenção à invenção de dispositivos hábeis e úteis nele contido, sendo, portanto, negligenciado como esplêndido auxiliar pedagógico.

Em 1965, o professor de Matemática Júlio César de Mello e Souza, também conhecido como Malba Tahan, refere-se em um dos seus livros:

“De acordo com o chamado método do Laboratório, o ensino da Matemática é apresentado ao vivo, com o auxílio de material adequado à maior eficiência da aprendizagem”. (TAHAN, 1965, p. 61)

“O professor de Matemática que dispõe de um bom Laboratório de Matemática poderá, com maior facilidade, movimentar seus alunos por meio de experiências e orientá-los, mais tarde, com maior segurança, pelo caminho das pesquisas mais abstratas”. (Ibid, p.62)

Muito antes dele, em 1883, Rui Barbosa já relacionava a prática à teoria em seu parecer sobre a reforma do ensino primário ligando a Taquimetria à Geometria e o seu uso prático, tomando-a como um elemento universal de educação popular. “A Taquimetria é a concretização da Geometria, é o ensino da Geometria pela evidência material, a acomodação da Geometria às inteligências mais rudimentares: é a ‘Lição de Coisas’ aplicada à medida das extensões e volumes”. Esta ligação proporcionaria entendimento dos conceitos mais simples e das regras fundamentais do cálculo geométrico, reunindo a esta a vantagem de conseguir mais segurança nos cálculos e uma maior precisão nos resultados. (Apud, TAHAN, 1965)

Um posicionamento, não raro de ser visto no meio escolar, é aquele que diz que não é possível criar uma nova Matemática em um

laboratório porque ela é, por sua própria natureza, abstrata. Ela também é tida como uma ciência pronta e acabada e o que resta é repassá-la às demais pessoas, não necessitando de nenhum novo aparato para que isto aconteça a contento. Hoje, a Matemática é trabalhada e transmitida como um conhecimento completo e aberto (DAVIS & HERSH, 1985), mas ela não foi criada como a conhecemos hoje nos livros, nesta forma final e polida, ela o foi, por meio de tentativas e erros, utilizando-se de afirmações parcialmente corretas e incorretas e intuitivas, nas quais termos ambíguos e imprecisões foram introduzidos, para só mais tarde serem confirmados.

Garnica²¹ esclarece que não se pode provar nada em Matemática pela experimentação ou comprovação por meio de materiais manipulativos, porque existe todo um formalismo lógico e teórico, um rigor matemático exigido pela comunidade acadêmica de Matemática a ser seguido.

4.2. Dados Bibliográficos

Segundo Vaziro (2001), não se aprende conceitos matemáticos por meio de memorização de fórmulas e definições, aceitando tudo passivamente, mas pela experiência com objetos físicos e pela resolução de problemas, ou seja, descobrindo as coisas por si, aprofundando os níveis de abstração, desenvolvendo habilidades para pensar matematicamente.

²¹ GARNICA, A.V.G. Fascínio da técnica, declínio da crítica: um estudo sobre a prova rigorosa na formação do professor de Matemática. In: <http://lite.fae.unicamp.br/grupos/matema/vicente.html>

Não podemos deixar de lembrar que a vida do homem é feita de experiências e é, por meio dessas experiências, que incorporamos todos os nossos conhecimentos, acumulando-os. (DEWEY, 1974)

Em seu trabalho, Oliveira (1983), tomando como base a Universidade Federal do Paraná e o curso de Licenciatura em Matemática, entende o laboratório de ensino/pesquisa e aprendizagem matemática como o espaço no qual se criam situações e condições para levantar problemas, elaborar hipóteses, analisar resultados e propor novas situações ou soluções para questões detectadas sobre o ensino da Matemática.

O uso desse espaço se justifica, segundo Oliveira (1983), porque todo o processo de atuação do aluno neste laboratório será parte da sua própria formação e aperfeiçoamento. Eles, na função de “aluno-mestre”²², deverão estar particularmente envolvidos em projetos e em execução de experiências, para o seu aprendizado real, no qual se oportunize a correlação da teoria da psicologia, ou de aprendizagem, com métodos didáticos, fazendo-se a síntese da sua formação pedagógico-teórica. É na experimentação que ocorrerá realmente a integração entre teoria e prática, que os alunos aplicarão em uma comunidade de estudantes do Ensino Fundamental ou Médio, utilizando um ambiente próprio à prática de um ensino diferenciado em Matemática.

Em seu trabalho, Aguiar (1999) acredita que o laboratório, incluindo-se o de Matemática, é um lugar onde ocorrem experiências

²² Oliveira (1983) usa a denominação “aluno-mestre”, por se tratar de um estudante cursando Licenciatura em Matemática, mas que ao mesmo tempo será professor de alunos do Ensino Fundamental e Médio quando utilizarem o laboratório da Universidade para trabalharem com seus projetos de Matemática.

intencionalmente provocadas, com o intuito de despertar no aluno a curiosidade e o espírito de investigação, para que eles as transforme em conhecimento e modifique a sua maneira de pensar e agir sobre o mundo.

Aguiar (1999) destaca ainda, que o 'ambiente escola' poderia ser pensado como um tipo de laboratório, pela multiplicidade de experiências que abrange, provocadas ou não diretamente pelos professores. Mas, quando a experiência acontece sem a intervenção do professor, nem sempre sobre ela há uma reflexão e um aproveitamento, isto é, não acontece aprendizagem significativa, fator esperado após um experimento.

Por esse motivo, Aguiar (1999) pensa que tratar a escola como laboratório não seja uma das mais simples idéias, mas considera a sala de aula como espaço responsável, em grande parte, pelas experiências intencionalmente provocadas e orientadas pelo professor. Diz também que no caso de experiências ocorridas em sala de aula, entendida esta como laboratório, não carece que esta esteja abarrotada de materiais e aparelhos científicos, porque muitas delas ocorrem no campo das idéias, no uso da imaginação, mediante discussões, investigações e pesquisas.

Aguiar (1999) descreve o 'ambiente laboratório' como um lugar, diferente da sala de aula, mas disponibilizada a cumprir esse papel. O que às vezes acontece é que o laboratório tem seu uso determinado pela escola e não se cumprindo nela o objetivo de dar continuidade ao trabalho de sala de aula na construção do conhecimento, rompendo-se essa ligação, com trabalhos diferenciados e descontínuos.

Para solucionar tal problema, Aguiar (1999) sugere o trabalho em salas ambiente, onde se possa adequar o espaço físico ao tipo de

experiência a ser realizada, garantindo-se a realização do experimento com todos os alunos da sala e quebrando-se a separação que possa existir entre a teoria e a prática. Propõe, além disso, que a atividade de um laboratório escolar não seja uma atividade restrita somente àquele espaço e tempo das experiências, porque estas devem estar relacionadas, a todo momento, com estudos e discussões da sala de aula.

Vaziro (2001) explica que o Laboratório de Matemática Escolar da Universidade Federal de Goiás é tido, para alguns professores, como um locus em que o futuro professor passa não só vivenciar situações de pesquisa pedagógica, de reflexão colaborativa, mas também incorporar a crítica, a reflexão e a investigação à sua prática. Sua meta é o desenvolvimento de estudos, experiências, pesquisas sobre o ensino e aprendizagem de matemática, sobre metodologias de ensino da Matemática e sobre a socialização do conhecimento dessa área.

Ao fazer uso desse laboratório, o licenciando deverá investigar e realizar pesquisas, abordando novas formas de ensinar e aprender Matemática, ou seja, desenvolver experiências de ensino, propondo inovações metodológicas e experimentando-as como forma de tomar conhecimento das questões e dificuldades que se encontram dia a dia, no exercício do ensino básico. Trata-se do desenvolvimento de estudos experimentais com a preocupação em socializar conhecimento produzido.

A pesquisa em laboratório de Matemática, segundo Vaziro (2001), visa o conhecimento teórico, que deverá estar ligado a uma ação que permita aos futuros professores o desenvolvimento de habilidades de ensino,

e assim eles tenham consciência de que o seu fazer contribui para a manutenção ou para a transformação dos arranjos institucionais da escolarização e das atitudes sociais, econômicas e políticas.

4.3. Dados Documentais

4.3.1. Laboratório de Ensino, Pesquisa e Aprendizagem Matemática - Universidade Federal do Paraná

Em visita a esse laboratório constatamos que, para adentrá-lo, o aluno deverá passar por cartazes afixados que deixam claro quais são os objetivos que tem aquele que faz uso do mesmo. Em tais cartazes se lê:

- Atuação: Formação inicial e continuada de professores.
- Característica: Espaço coletivo; profissional; multidisciplinar; dinâmica coletiva de trabalho.
- Áreas: Matemática; Ciências; Pedagogia; Educação Ambiental e Física.
- Envolvimento: Professores universitários; professores do ensino escolar; alunos dos cursos de pós-graduação; alunos de cursos de licenciatura.
- Atividades: pesquisas; elaboração de metodologias inovadoras; criação e confecção de recursos didáticos; apoio a cursos de formação de professores; assessoria didático-metodológica às escolas; realização de eventos oficinas, cursos, seminários, grupos temáticos de estudos; elaboração de projetos de ensino e instrumentação para o ensino.

- Linhas de ação: Modelagem / modelação matemática para o ensino fundamental; educação matemática ambiental; jogos em aulas de Matemática e Ciências; a matemática escolar existentes nas profissões; bloco temático 'recursos tecnológicos' na Escola Básica; projeto publicação: temáticas advindas da prática de ensino; conversa aberta com professores de Matemática.

É um laboratório voltado ao ensino e a aprendizagem do licenciando, do qual ele mesmo deve servir-se para estudos utilizando materiais manipulativos, já existentes ou de sua própria criação, em vista de um maior entendimento dos conteúdos repassados na sala de aula. O licenciando também pode reunir alguns alunos do Ensino Fundamental e Médio, para que ele, licenciando, possa colocar em prática alguns assuntos estudados e desenvolvidos em forma de experimento, como treinamento para sua carreira no magistério.

4.3.2. Universidade de São Paulo - Faculdade de Educação (FEUSP)²³

Os objetivos do Laboratório de Matemática da FEUSP consistem em possibilitar ao graduando do curso de Licenciatura em Matemática o acesso a informações e materiais de ensino; promover discussões que possam contribuir para a Educação Matemática; fazer uma abordagem dos conteúdos de Matemática das primeiras séries do Ensino

Fundamental, procurando atender às necessidades de formação do pedagogo e possibilitando-lhe o acesso às diversas concepções sobre a Matemática, sobre sua aprendizagem e principais métodos de ensino embasados nesses pressupostos teóricos; fornecer subsídios ao futuro professor para que ele estructure o ensino de Matemática às crianças de 1ª a 4ª séries, estabelecendo uma linha longitudinal que leve em conta as relações dos conteúdos deste período têm com aquele da pré-escola e, igualmente, com o de 5ª a 8ª séries.

4.3.3. LEMAT- Laboratório de Educação Matemática – Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)²⁴

O objetivo desse laboratório consiste em contribuir para a melhoria da qualidade do ensino de Matemática no Ensino Fundamental e Médio em escolas do Estado de Pernambuco. As atividades visam estabelecer uma ponte entre a Matemática ‘aprendida’ na sala de aula e a matemática do cotidiano, criando relações com outras áreas do conhecimento e trabalhando com conceitos numa perspectiva sócio-cultural e histórica.

²³ Disponível em <http://paje.fe.usp.br/~labmat/>

²⁴ Disponível em http://www.dmat.ufpe.br/extensao/apresentacao_lemat.htm

4.3.4. Laboratório de Matemática - Colégio Santa Inês - Porto Alegre²⁵

O Laboratório de Matemática dessa instituição destaca-se por ser um ambiente diferenciado com material pedagógico atualizado, o que torna as aulas de Matemática mais práticas e atrativas, permitindo interações entre os alunos e o professor, transformando a sala num espaço de construção coletiva de conhecimento e despertando no aluno a criatividade, o desenvolvimento da relação entre espaço e tempo e o raciocínio lógico-matemático, objetivos do ensino de Matemática.

4.3.5. Universidade da Região da Campanha – URCAMP- Rio Grande do Sul²⁶

Em seu curso de Licenciatura em Matemática, a URCAMP está desenvolvendo um projeto em duas escolas de Bagé, no Rio Grande do Sul, ligadas ao Laboratório de Matemática.

Esse projeto tem a intenção de construir um ambiente facilitador do aprendizado de Matemática, nessas escolas, com vistas a: de proporcionar à comunidade docente e discente a participação no processo de pesquisa e criação, pela vivência de grupos integrados de trabalho e pela

²⁵ Disponível em <http://www.santainesrs.com.br/institucional/laboratorios.htm>

promoção de novas abordagens metodológicas, mediante a diversificação de estratégias e de materiais; mas também suscitar mudanças nos alunos de licenciatura, nos profissionais da educação, nos professores da comunidade e nos alunos dessa escola e ligação entre a escola e a universidade para a formação e capacitação, tornando-as ato cíclico e moto-contínuo e proporcionando a todos a possibilidade de ação educativa e interventiva, pois que a ação de um fundamenta a de outro.

O projeto consiste em intervenções quinzenais em aulas e estudos semanais na busca de referenciais teóricos como fundamentação para a promoção da iniciativa da pesquisa no desenvolvimento de materiais didáticos específicos de âmbito interdisciplinar, oportunizando a reflexão de graduandos, alunos e professores regentes na e sobre a prática educativa por meio de um diálogo permanente a respeito do fazer e do pensar sobre a prática aplicada.

4.3.6. Faculdade Teresa Martins – São Paulo ²⁷

Esta instituição possui um Laboratório de Ensino de Matemática para reflexão e discussão do que é Matemática e dos processos pelos quais se ensina e aprende essa ciência.

Esse local é identificado por desenvolver atividades variadas com o objetivo de compreender o sentido do tema (conteúdo em estudo) e

²⁶ Disponível em www.urcamp.tche.br/matematica/laboratorio.htm

²⁷ Disponível em www.fatema.br/matematica/laboratorios.htm

produzir significados, bem como elaborar projetos que visem a criação de uma postura pedagógica do futuro professor, que lhe permita construir estratégias próprias de ensino e aprendizagem, obtendo uma visão contínua e dinâmica da Matemática.

Não se trata apenas de um espaço físico reservado ao lúdico, onde o trabalho toma como base regras, conceitos e fórmulas, fundamentando a experimentação e atividades intuitivas, fornecendo, assim, ao futuro professor uma visão da Matemática como uma ciência passível de ser compreendida e interpretada como um movimento de construção individual e coletiva fundamentada em uma cultura construída ao longo dos séculos.

Um laboratório desse tipo visa oferecer ao aluno a oportunidade de vivenciar situações que lhe permitam a construção de conceitos matemáticos e o desenvolvimento de habilidades e competências exigidas do futuro professor, criando nele a capacidade de lidar com informações, resolver problemas e se expressar com o auxílio da linguagem matemática, além da aquisição e aprofundamento de competências de domínio específico pela compreensão da aprendizagem dos conceitos.

É um espaço de criação, análise e reflexão para o futuro professor, capaz de possibilitar a exploração de materiais manipuláveis e valorizar o ensino e a aprendizagem da Matemática e cuja meta é o desenvolvimento do espírito crítico e o gosto pela pesquisa.

Uma ressalva a ser feita é que esse espaço e a forma de ensinar não devem ser tomados como os únicos e exclusivos meios para o

ensino da Matemática; sua função é auxiliar e dar suporte ao ensino de sala de aula.

4.3.7. Laboratório de Ensino de Matemática – LEM- Instituto de Matemática e Estatística – IME – USP – São Paulo ²⁸

O principal objetivo desse laboratório é desenvolver atividades para o ensino de Matemática por meio das quais os alunos possam aprender esta disciplina fazendo uso do computador como ferramenta catalisadora deste processo. Seu público alvo são os professores de Matemática dos ensinos fundamental e médio e também os alunos de licenciatura dessa instituição.

Com relação aos professores, os objetivos desse laboratório estão baseados em três pontos. Primeiro, desenvolver e difundir uma metodologia de ensino de Matemática que permita uma participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem. Segundo, utilizar os computadores como ferramenta efetiva no processo de aprendizagem. Terceiro, propiciar aos professores de Matemática uma reciclagem em diversos tópicos da disciplina, assim como o aprendizado e o aprimoramento no uso de computadores.

Aos licenciandos, na condição de estagiários, o laboratório oferece experiência prática no ensino de Matemática, orientando sua

²⁸ Disponível em: www.ime.usp.br/lem/

participação com o intuito de levá-los a conhecer a metodologia proposta e a iniciar uma reflexão sobre como ensinar Matemática.

Um detalhe que não pode passar despercebido é que este laboratório utiliza vários programas computacionais gratuitos que o professor ou licenciando de qualquer instituição poderá copiar e utilizar, via internet, no endereço www.matematica.br/programas.

4.3.8. Laboratório de Ensino de Matemática – LEM – Universidade Federal de Minas Gerais – Belo Horizonte²⁹

O Laboratório de Ensino de Matemática da Universidade Federal de Minas Gerais é parte intrínseca da infraestrutura do curso de Matemática em cujo espaço desenvolvem-se atividades de ensino, extensão e pesquisa, direcionadas a melhorar e distinguir o curso de Matemática de outras instituições superiores desse Estado.

Não é somente um local onde se ministram aulas das disciplinas de Matemática do curso de Licenciatura, mas também um espaço de estudos extra-classe, de realização de pesquisas e de projetos de extensão.

Os objetivos desse laboratório são: proporcionar ambiente e recursos adequados ao desenvolvimento de projetos de

ensino, pesquisa e extensão; secundar a produção de materiais e propostas de ensino produzidos pelos alunos do curso de licenciatura; apoiar os cursos de graduação em Matemática e Matemática computacional por meio de espaço físico e dos recursos materiais do laboratório; subsidiar o trabalho docente em algumas disciplinas do curso de Matemática; dar condições para que seja promovida a integração da universidade com os Ensinos Fundamental e Médio; e apoiar os alunos dos cursos de Matemática na gravação e edição de fitas de vídeo para a apresentação nas disciplinas do curso.

4.3.9. Laboratório de Ensino de Matemática – LEM- Universidade Estadual de Maringá – UEM – Departamento de Matemática – Maringá – Paraná.³⁰

Esse laboratório foi criado em 1987 e envolve diversos docentes dessa universidade com o intuito de melhorar a qualidade do ensino de Matemática para o 1º e 2º graus (hoje ensino Fundamental e Médio).

Destacam-se como metas desse laboratório a produção e a apresentação de materiais manipuláveis e jogos didáticos que auxiliam a construção e a fixação de conceitos matemáticos; a prestação de acessoria a professores e instituições para a criação de laboratórios de Matemática; a

²⁹ Documento recebido por e-mail.

³⁰ Documento recebido em visita a essa instituição de ensino.

oferta de cursos de aperfeiçoamento para professores do Ensino Fundamental e Médio e suscitar nos alunos, de todos os níveis de ensino, o prazer pelo estudo da Matemática.

Esse laboratório, que se encontra no Departamento de Matemática, atendia aos acadêmicos dos cursos de Matemática e Pedagogia nas disciplinas de Instrumentação do Ensino da Matemática, Prática de Ensino da Matemática e Metodologia do Ensino de Matemática de 1ª a 4ª séries do Ensino Fundamental. Outro tipo de atendimento era prestado à comunidade por meio de visitas e assessorias para a montagem de laboratórios do mesmo tipo, para montagem de atividades em sala de aula e atividades extra-classe, envolvendo Matemática (gincanas, oficinas, curso de férias entre outras).

Alguns projetos foram desenvolvidos por esse laboratório no correr dos anos envolvendo professores de Matemática da região de Maringá, entre os quais destacamos o “Laboratório e Ensino de Matemática – Integração da Universidade com o Ensino de 1º e 2º graus I e II”; “Laboratório de Matemática: assessorias, acervos e investigações”; “Redimensionamento do ensino/aprendizagem de Matemática” e “Preparação para a atuação no ensino de Matemática”.

O LEM também ofereceu um ciclo de seminários, subsidiados pela CAPES, com a participação de docentes de todo Paraná e docentes consagrados na área de Educação Matemática de importantes instituições como a Unicamp, USP, UFRJ, PUC – RJ, Unesp – Rio Claro, entre outras. A ênfase dada após o ciclo de seminários foi o estudo sobre as teorias de Piaget e mais especificamente sobre jogos no ensino da Matemática.

Atualmente, o LEM conta com um acervo de mais de 100 jogos voltados principalmente para o Ensino Fundamental de 1ª a 4ª série. Sua equipe de professores continua reavaliando e aperfeiçoando os jogos testados e, ainda, prepara uma gincana a ser feita pelos alunos das escolas de 5ª a 8ª série de Maringá e uma mostra de materiais didáticos e jogos para meados de setembro de 2006.

Os professores envolvidos com esse laboratório acreditam que o jogo matemático (de treinamento e estratégico) é apenas um recurso, um instrumento metodológico para o ensino, que permite a construção e a fixação de conceitos. Eles entendem o laboratório como uma situação de aprendizagem em que o ensino se utiliza de materiais didáticos não com o objetivo de transmitir uma informação, mas com a intenção de provocar, por meio de um desafio, o uso da intuição, para que, a partir dela, o aluno passe a questionar, a procurar regularidades, a tomar decisões e, principalmente, a ter coragem de resolver os problemas a ele apresentados.

4.3.10. Laboratório de Matemática na "Educação Básica" – Cidade do Porto - Portugal³¹

Em uma escola da Cidade do Porto, o Laboratório de Matemática oportunizou um espaço específico suprido com recursos adequados ao ensino/aprendizagem da Matemática. Seus objetivos são: promover atividades, lúdicas ou não, individuais ou em grupo dentro da

disciplina; realizar atividades de investigação em trabalhos e projetos; promover entre os alunos uma melhor relação afetiva com a Matemática, juntamente com capacidades como raciocínio, abstração, curiosidade tornando-os mais aptos a adquirir qualquer conhecimento, não só o matemático, e facilitando-lhes o intercâmbio entre os vários níveis de ensino.

4.3.11. Faculdade de Ciências – Universidade de Lisboa - Portugal ³²

A criação do Laboratório de Matemática surgiu da interdisciplinaridade entre estudantes de Ciências e Matemática com vistas a desmistificar a idéia de que “Matemática é uma disciplina árida, abstrata, de quadro e giz que permanece presente na sociedade”.

O princípio básico desse laboratório consiste em tornar a Matemática mais acessível, com a utilização de recursos como materiais manipuláveis em geral, calculadoras e computador.

Para tanto, predefiniram-se objetivos a serem seguidos e alcançados a fim de não se perder o propósito da sua criação, começando-se por desenvolver capacidades de compreensão, análise, aplicação e síntese de softwares educativos, por possibilitar atividades individuais e em grupos e por facilitar o intercâmbio entre os vários níveis de ensino.

Tal intercâmbio tem o objetivo específico de capacitar os alunos para uma melhor aprendizagem suscitando neles: acuriosidade e

³¹ www.portugaljovem.net/mariolima/educacao/foruns/recursos/laboratorio.htm

³² Disponível em www.educ.fc.ul.pt/icm/icm2003/icm21/index.html

o gosto de aprender Matemática; o raciocínio abstrato; a capacidade de utilizar a Matemática na interpretação e intervenção do real; o espírito de tolerância e cooperação; o conhecimento do espaço na realização de construções geométricas. Teve, outrossim, o objetivo de: iniciar os alunos na utilização dos computadores; desenvolver neles a compreensão, a interpretação e a utilização de representações matemáticas (tabelas, gráficos, símbolos,...); incrementar uma maior participação; e possibilitar o acesso a informações e materiais de ensino diversificados.

Para os professores que se utilizam do local, os objetivos são os de incentivar o planejamento e aplicação de aulas utilizando computadores; desenvolver capacidades de compreensão, análise, aplicação e síntese de softwares educacionais; promover a interdisciplinaridade entre a Matemática e outras disciplinas; apresentação de imagens inovadoras, por meio de programas computacionais matemáticos, adequados e em interligação com as necessidades dos alunos; apresentar novas metodologias adequadas e interligadas com as necessidades dos alunos; divulgar e trocar experiências de materiais, atividades programadas e conhecimentos diversos.

O laboratório de Matemática deve possuir instrumentos que dinamizem a aula e contribuam para uma aprendizagem adequada dos conceitos matemáticos.

4.3.12. Escola de Ensino Básico 23 de Perafita – Portugal³³

A existência de um laboratório de Matemática na instituição dota a escola de um espaço e recursos adequados ao ensino e aprendizagem da Matemática. A criação deste espaço baseou-se nos currículos e programas da Reforma Educativa (1989) em Portugal os quais apontam para a inovação nas finalidades, nos objetivos, conteúdos, metodologia, avaliação do ensino e aprendizagem de Matemática, privilegiando os saberes construídos a partir da experiência, da reflexão e da prova e passando gradualmente da intuição à dedução.

Esse tipo de abordagem privilegia a comunicação e a investigação, não só descartando tarefas rotineiras (quadro de giz, caderno,...) e adequando a educação escolar à evolução da sociedade de modo que seus objetivos se baseiem na possibilidade do trabalho individual e em grupo com os alunos. Mas também, fazendo que se realizem atividades de investigação, trabalhos e projetos; atividades lúdicas e que a educação escolar haja como facilitadora no intercâmbio entre os vários níveis de ensino, privilegiando a pesquisa; a troca de experiências como meio individual e coletivo de progresso e a promoção do intercâmbio entre escola e a sociedade civil, gerando encontros com a Matemática numa perspectiva histórica e de integração sociocultural.

³³ www.portugaljovem.net/mariolima/educacao/foruns/recursos/laboratorio.htm

3.3.13. Escola de Ensino Básico 23 – “A Ribeirinha” – Portugal³⁴

O laboratório de Matemática nessa escola foi criado a partir de um projeto que tem como ponto principal a Matemática como disciplina ativa com vistas a uma aprendizagem efetiva. Esse modo de ensinar procura visualizar esta disciplina sob uma ótica não habitualmente presente na prática cotidiana, levando em conta o experimental, o estético, o recreativo e o cultural.

Para a modificação de tais procedimentos existe a necessidade de atividades diferenciadas que passam pela experimentação e intuição, induzindo a passar do raciocínio concreto para o abstrato. Com isso, os objetivos a serem atingidos são: cultivar a curiosidade e o gosto de aprender; desenvolver hábitos de persistência; desenvolver o raciocínio, a autoconfiança e o espírito crítico; estimular a criatividade, o pensamento divergente a fluidez de idéias, a objetividade; agilizar o cálculo escrito; exercitar o cálculo mental; desenvolver a capacidade de resolver problemas; ensinar a aprender pelo jogo regras de civismo e convivência social; potencializar a integração afetiva e responder às expectativas de todos os alunos.

³⁴ Disponível em www.eb23-ribeirinha.rcts.pt/matematicactiva.html

4.3.14. Escola Secundária Rodrigues de Freitas – Portugal³⁵

Em sua criação, o laboratório de Matemática teve como objetivo promover a aprendizagem da Matemática, não como uma ciência acabada de formalização fechada, mas sim como uma ciência em construção permanente, alimentada pelos problemas em aberto e fornecedora de modelos de análise do real ao serviço do saber científico.

Criaram-se e adaptaram-se, nesse laboratório, espaços equipados com instrumentos necessários para facilitar o aprendizado da Matemática por meio de experimentos nos quais envolvem-se os alunos e docentes do ensino secundário, privilegiando-se algumas abordagens, que enriqueçam a aprendizagem, e promova a iniciativa da pesquisa no desenvolvimento de materiais didáticos específicos e de âmbito interdisciplinar.

Promoveram-se com seus alunos do ensino básico atividades que envolviam a matemática lúdica para se obter um progresso na aprendizagem e melhoria nas competências e nas atitudes com relação a esta disciplina.

Outro ponto explorado nesse laboratório foi a relação entre a Matemática e a comunidade e pretendeu divulgar os trabalhos ali realizados e agrupar a comunidade docente e discente para uma reflexão conjunta visando a análise de aspectos teóricos, epistemológicos e a aplicação da Matemática no mundo moderno.

³⁵ Disponível em www.esec-rodrigues-freitas-rsts.pt

Essa instituição também trata o laboratório de Matemática como uma oficina de trabalho docente, como maneira de oferecer a estes formação continuada nessa área, visando sensibilizar a comunidade de professores quanto ao caráter transdisciplinar e experimental da Matemática.

4.4. Considerações

Existem muitos estudos bibliográficos e de história, encontrados em diversos livros da área, enciclopédias, livros didáticos que envolvem o laboratório de Ciências. O mesmo não acontece com o laboratório de Matemática. Na pouca literatura encontrada, três tipos de laboratórios que envolvem a Matemática se destacam: os ligados ao ensino superior, onde há o curso de Licenciatura em Matemática, os referentes ao ensino fundamental e médio nos quais se dá destaque aos jogos e aos materiais manipuláveis, e os laboratórios computacionais, que fazem uso do computador como ferramenta de trabalho.

Notamos também, que muitas idéias a respeito do laboratório de Matemática, algumas descritas neste capítulo, no que tange ao que se espera dele. As instituições que possuem esse tipo de laboratório criaram sua própria definição, ressaltando, em sua maioria, o espaço dedicado aos materiais manipuláveis, a seu funcionamento, seu público-alvo e aquilo a que se destina. Não é nossa intenção nos atermos a elas.

Outra questão está em que o objetivo do laboratório não é criar novas teorias ou obter resultados inéditos para a Matemática, mas propiciar aos alunos meios para que eles compreendam melhor a Matemática já existente, isto é, prezar o encontro da teoria com a prática. Essa reflexão propõe que a expressão “Laboratório de Matemática” não seja a mais apropriada; poderíamos, então, trocá-la por “Laboratório para o Ensino de Matemática”, já que o que se pretende é o desenvolvimento de estratégias que permitam uma melhor qualidade de aprendizagem, no processo de construção do conhecimento dos alunos, por meio de experimentos e tendo-se como principal objetivo colocar em prática os processos de reflexão, as comparações, as relações e associações.

Capítulo 5

Análise

5.1. Análise dos objetivos e categorias do laboratório de Matemática

Para este capítulo foram selecionados alguns objetivos que embasaram a criação e o uso do Laboratório de Matemática em algumas instituições descritas no capítulo anterior.

Os objetivos aqui apresentados foram agrupados, conforme a categoria em uma tabela de três colunas. A primeira coluna dessa tabela diz respeito a uma categoria. A segunda coluna, subdividida em duas, engloba os objetivos agrupados na mesma categoria, e a terceira mostra a localização em que se encontra no capítulo anterior.

Os objetivos foram distribuídos em um conjunto de quatro categorias denominadas Motivacional, Instrucional, Funcional e Epistemológica, descritas no primeiro capítulo e em oito interseções. As interseções de categorias classificaram um mesmo objetivo em mais de uma categoria ao mesmo tempo, porque carregam em si mais de uma informação.

A diferença foi constatada entre essas categorias a partir dos destaques das palavras chaves, verbos de ação que revelam a escolha e prioridade dada ao trabalho desenvolvido nos laboratórios de Matemática envolvidos nessa pesquisa.

A classificação de alguns objetivos dispensou, pela sua clareza, comentários, pois possuem uma leitura imediata, conforme as definições apresentadas no primeiro capítulo. Comentaremos, com mais ênfase aqueles indicados pela sua composição verbal pela qual possam causar alguma dúvida.

CAT.	OBJETIVOS	LOC.	
MOTIVACIONAL	1	Cultivar a curiosidade e o gosto de aprender.	(4.3.13)
	2	Desenvolver hábitos de persistências.	(4.3.13)
	3	Desenvolver a autoconfiança.	(4.3.13)
	4	Potencializar a integração em termos afetivos.	(4.3.13)
	5	Responder às expectativas de todos os alunos.	(4.3.13)
	6	Incrementar uma maior participação.	(4.3.11)
	7	Desenvolver o espírito de tolerância e cooperação.	(4.3.11)
	8	Valorizar o ensino e a aprendizagem da Matemática.	(4.3.6)
	9	Desenvolver o prazer pelo estudo da Matemática.	(4.3.9)
	10	Permitir a participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem.	(4.3.7)
FUNCIONAL	1	Facilitar o intercâmbio entre os vários níveis de ensino.	(4.3.11)
	2	Possibilitar o acesso a informações e materiais de ensino diversificados.	(4.3.11)
	3	Promover a interdisciplinaridade entre a Matemática e outras disciplinas.	(4.3.11)
	4	Divulgar e trocar experiências de materiais, atividades, programas computacionais e conhecimentos diversos.	(4.3.11)
	5	Proporcionar ambientes e recursos adequados ao desenvolvimento de projetos, ensino, pesquisa e extensão.	(4.3.8)
	6	Abrigar a produção de materiais e propostas de ensino produzidos pelos alunos do curso de licenciatura.	(4.3.8)
	7	Apoiar os cursos de graduação em matemática e Matemática Computacional por meio do espaço físico e de recursos do laboratório.	(4.3.8)

	8	Editar fitas de vídeo para a apresentação nas disciplinas do curso.	(4.3.8)
	9	Ampliar a possibilidade de exploração dos materiais.	(4.3.6)
	10	Promover a realização de atividades de investigação e trabalhos de projeto.	(4.3.12)
	11	Possibilitar o acesso à informação e material de ensino.	(4.3.2)
	12	Subsidiar o trabalho docente em algumas disciplinas do curso de Matemática.	(4.3.8)
	13	Dar condições para que seja promovida a integração da universidade com o ensino fundamental e médio.	(4.3.8)
	14	Prestar assessoria a professores e instituições para a criação de laboratórios de Matemática.	(4.3.9)
	15	Promover atividades, lúdicas ou não, individuais ou em grupo dentro da disciplina.	(4.3.10)
	16	Espaço coletivo; profissional; multidisciplinar; dinâmica coletiva de trabalho.	(4.3.1)
	17	Envolver professores universitários; professores do ensino escolar; alunos dos cursos de pós-graduação; alunos de cursos de licenciatura.	(4.3.1)
	18	Linhas de ação: Modelagem / modelação matemática para o ensino fundamental; educação matemática ambiental; jogos em aulas de Matemática e Ciências; a matemática escolar existentes nas profissões; bloco temático 'recursos tecnológicos' na Escola Básica; projeto publicação: temáticas advindas da prática de ensino; conversa aberta com professores de Matemática.	(4.3.1)
	19	Realizar atividades pesquisas; elaboração de metodologias inovadoras; criação e confecção de recursos didáticos; apoio a cursos de formação de professores; acessoria didático-metodológica às escolas; realização de eventos oficinas, cursos, seminários, grupos temáticos de estudos; elaboração de projetos de ensino e instrumentação para o ensino.	(4.3.1)
INSTRUCIONAL	1	Desenvolver o raciocínio.	(4.3.11)
	2	Desenvolver o raciocínio abstrato.	(4.3.11)
	3	Desenvolver o espírito crítico.	(4.3.13)
	4	Promover a compreensão, a interpretação e a utilização de representações matemáticas.	(4.3.11)
	5	Elaborar projetos que visem a formação de uma postura pedagógica do futuro professor que o permita construir suas estratégias de ensino e aprendizagem, vendo a Matemática como uma ciência dinâmica.	(4.3.6)
	6	Promover novas abordagens metodológicas, diversificando estratégias e materiais.	(4.3.5)
	7	Desenvolver atividades variadas com o objetivo de compreender o sentido do tema e produzir significados.	(4.3.6)

8	Dar ao aluno oportunidade de vivenciar situações que lhe permita a construção de conceitos matemáticos e o desenvolvimento de habilidades e competências exigidas ao futuro professor.	(4.3.6)
9	Provocar mudanças nos alunos da Licenciatura, nos profissionais da educação, professores da comunidade e também nos alunos das escolas.	(4.3.5)
10	Estimular a criatividade, o pensamento divergente, a fluidez das idéias e a objetividade.	(4.3.13)
11	Desenvolver o conhecimento do espaço, realizando construções geométricas.	(4.3.11)
12	Inicializar os alunos na utilização dos computadores.	(4.3.11)
13	Promover uma ligação entre a escola e a universidade para a formação e capacitação, integrando como ato cíclico e moto-contínuo, proporcionando a todos a possibilidade de ação educativa, interventiva, pois que a ação de um fundamenta o outro.	(4.3.5)
14	Promover discussões que possam contribuir para a educação Matemática.	(4.3.2)
15	Propiciar aos professores de Matemática uma reciclagem em diversos tópicos de Matemática assim como a aprendizagem e o aprimoramento no uso do computador.	(4.3.7)
16	Desenvolver no aluno a capacidade de lidar com informações, resolver problemas e se expressar com o auxílio da linguagem matemática.	(4.3.6)
17	Desenvolver e difundir metodologias no ensino da Matemática utilizando o computador como ferramenta catalisadora do processo.	(4.3.7)
18	Aprender, jogando, regras de civismo e convivência social.	(4.3.13)
19	Desenvolver a capacidade de resolver problemas.	(4.3.13)
20	Desenvolvimento de capacidades de compreensão, análise e síntese de software.	(4.3.11)
21	Agilizar o cálculo escrito.	(4.3.13)
22	Exercitar o cálculo mental.	(4.3.13)
23	Ofertar cursos de aperfeiçoamento para professores do Ensino Fundamental e Médio.	(4.3.9)
24	Realizar atividades de investigação em trabalhos e projetos.	(4.3.10)
25	Contribuir para a melhoria da qualidade do Ensino Fundamental e Médio.	(4.3.3)
26	Formação inicial e continuada de professores.	(4.3.1)

EPISTEMOLÓGICA	1	Promover a aprendizagem matemática não como uma ciência acabada e de formalização fechada, mas sim, como uma ciência em construção permanente, alimentada pelos problemas em aberto, fornecedora de modelos de análise do real e ao serviço da saber científico.	(4.3.14)
	2	Desenvolver a capacidade de utilizar a Matemática na interpretação e intervenção do real.	(4.3.11)
	3	Estabelecer, por meio de atividades, uma ponte entre a Matemática 'aprendida' na sala de aula e a matemática do cotidiano, criando relações com outras áreas do conhecimento e trabalhando com conceitos numa perspectiva sócio-cultural e histórica.	(4.3.3)
MOTIVACIONAL E FUNCIONAL	1	Proporcionar à comunidade docente e discente a participação no processo de pesquisa e criação pela vivência de grupos integrados de trabalho.	(4.3.5)
	2	Tornar as aulas de Matemática mais práticas e atrativas.	(4.3.4)
MOTIVACIONAL E INSTRUCIONAL	1	Contribuir para uma melhor aprendizagem desenvolvendo a curiosidade e o gosto de aprender Matemática.	(4.3.11)
	2	Desenvolver o espírito crítico e do gosto pela pesquisa.	(4.3.6)
	3	Transformar as atividades lúdicas em atividades educativas.	(4.3.6)
	4	Permitir interações entre os alunos e o professor, transformando a sala num espaço de construção coletiva de conhecimento.	(4.3.4)
FUNCIONAL E EPISTEMOLÓGICA	1	Promover o intercâmbio da escola com a sociedade civil, facilitando pontos de encontro com a Matemática numa perspectiva histórica e de integração sociocultural.	(4.3.12)
	2	Produzir e apresentar materiais manipuláveis e jogos didáticos que auxiliam a construção e a fixação de conceitos matemáticos	(4.3.9)
INSTRUCIONAL E EPISTEMOLÓGICA	1	Dar ao futuro professor uma noção de Matemática como uma ciência passível de ser compreendida e interpretada num movimento de construção individual e coletiva que tem fundamento em toda uma cultura ao longo dos séculos.	(4.3.6)
	2	Estudar e pesquisar temas relativos à Educação Matemática, de modo a poder aperfeiçoar o ensino universitário, formando-se professores mais qualificados a fim de criar um ciclo virtuoso, no qual os professores do ensino médio e fundamental estejam melhor preparados para as suas funções.	(Oliveira, 1983)

	3	Privilegiar a pesquisa e a troca de experiência como meio individual e coletivo de progresso.	(4.3.12)
	4	Promover a aquisição e o aprofundamento de competências no domínio específico pela compreensão e investigação da aprendizagem dos conceitos.	(4.3.6)
INSTRUCIONAL, MOTIVACIONAL E FUNCIONAL	1	Promover a iniciativa de pesquisa no desenvolvimento de materiais didáticos específicos e de âmbito interdisciplinar.	(4.3.14)
	2	Despertar no aluno a criatividade, o desenvolvimento da relação entre o espaço e o tempo e o raciocínio lógico-matemático.	(4.3.4)
	3	Promover, entre os alunos, uma melhor relação afetiva com a Matemática, juntamente com capacidades como raciocínio, abstração, curiosidade tornando-os mais aptos a adquirir qualquer conhecimento, não só o matemático, e facilitando-lhes o intercâmbio entre os vários níveis de ensino.	(4.3.10)
INSTRUCIONAL, FUNCIONAL E EPISTEMOLÓ- GICA	1	Desenvolver estudos experimentais no campo do ensino e da aprendizagem da Matemática, bem como uma preocupação com a socialização do conhecimento.	(Vaziro, 2001)
MOTIVACIONAL, EPISTEMOLÓ- GICA E INSTRUCIONAL	1	Desenvolver, nos alunos, melhor compreensão do papel da Matemática no mundo real, com uma perspectiva prática e científica, num ambiente estimulante e de descoberta.	(4.3.11)

A seguir comentaremos a razão da classificação dos diversos objetivos encontrados para o laboratório de Matemática utilizando os critérios para o laboratório de Ciências.

Os objetivos de 1 a 10 pertencentes à Categoria Motivacional são de leitura imediata e foram classificados nesta categoria conforme definição dada no capítulo 1, página 21, e estão ligados diretamente ao interesse, à participação, à cooperação e à vontade de participação nas atividades estipuladas.

Classificamos os objetivos de 1 a 19 na Categoria Funcional, pois estes estão ligados à parte material da atividade empírica, são de leitura imediata e foram divididos nesta categoria conforme definição dada no capítulo 1, página 21. Alguma dúvida pode surgir quanto aos objetivos dessa categoria, na qual são mencionados o intercâmbio e a interdisciplinaridade entre os níveis de ensino. Essas referências podem ser interpretadas como aplicação do material disponível no laboratório para ser usado não somente em uma série ou em uma disciplina. Concluímos, então, que estas expressões deveriam enquadrar-se nesta categoria.

Os objetivos de 1 a 26, enquadrados na Categoria Instrucional, foram assim dispostos conforme definição dada no capítulo 1, página 22, porque os aspectos mais relevantes encontrados nos remetem à aprendizagem direta do aluno e ao seu desenvolvimento intelectual. Entre esses aspectos encontram-se objetivos ligados ao raciocínio, ao desenvolvimento de capacidades, ao aprimoramento pessoal entre outros.

Classificamos os objetivos 1, 2 e 3 na Categoria Epistemológica, pois os mesmos são de leitura imediata e se tornam evidentes nesta categoria conforme definição vista no capítulo 1, página 23, por estarem ligados à construção do conhecimento e a sua relação com o real.

Quanto aos objetivos que se enquadram em duas ou mais categorias, vamos distingui-los com mais aprimoramento.

Classificado como Motivacional e Funcional o objetivo número 1 (Proporcionar à comunidade docente e discente a participação no processo de pesquisa e criação pela vivência de grupos integrados de trabalho), enquadra-se na categoria funcional porque zela pela pesquisa e criação relacionada à aprendizagem, e na categoria motivacional pela oportunidade de participação em grupos de trabalho.

Ainda na categoria Motivacional e Funcional, temos o objetivo número 2 (Tornar as aulas de Matemática mais práticas / e atrativas) se enquadra nessa categoria Funcional pelas aulas práticas, tanto no sentido de praticidade, como no da manipulação de materiais e na categoria Motivacional por ser atrativa.

Com relação à categoria Motivacional e Instrucional, o objetivo número 1 (contribuir para uma melhor aprendizagem / desenvolvendo a curiosidade e o gosto de aprender Matemática), em sua primeira parte liga-se à categoria instrucional e em sua segunda parte a liga-se ao motivacional, conforme descrição feita no capítulo 1 deste trabalho.

A primeira parte do objetivo número 2, classificado como Motivacional e Instrucional, (desenvolver o espírito crítico / e do gosto pela pesquisa), relaciona-se à categoria instrucional, pois requer aprendizagem para a sua realização, e a segunda parte relaciona-se com a categorização motivacional.

Ao analisarmos o objetivo Motivacional e Instrucional 3 (transformar atividades lúdicas em atividades educativas), percebemos que se trata de objetivo ligado a professores ou licenciandos porque faz do jogo uma atividade prazerosa para o aluno, um instrumento de aprendizagem. Um bom exemplo deste objetivo temos quando nos utilizamos do jogo “batalha naval” para introduzirmos, em Matemática, o plano cartesiano.

O ultimo objetivo, classificado na categoria Motivacional e Instrucional é o de número 4 (Permitir interações entre os alunos e o professor, / transformando a sala num espaço de construção coletiva de conhecimento), que em sua primeira parte nos remete à motivação dada aos alunos em poder interagir diretamente com o professor, estreitando e aproximando-os como pessoas. Sua segunda parte está caracterizada como Instrucional, já que esta nos remete diretamente à construção do conhecimento.

Quando classificamos um objetivo em Funcional e Epistemológico 1 (Promoção do intercâmbio da escola e a sociedade civil), acreditamos que a primeira parte dele se enquadra na categoria funcional, pois há uma alteração em algo que já está pronto. Notemos que esta alteração não se dá de qualquer maneira, mas sim utilizando-se uma perspectiva histórica de integração sociocultural referente a uma construção humana, portanto epistemológica. Em 2 (Produção e apresentação de materiais manipulativos e jogos didáticos / que auxiliam a construção e a fixação de conceitos matemáticos), destacamos como funcional a parte inicial

desse objetivo, pois trata-se de algo material, isto é, da parte física em si e como epistemológico o restante dele, porque se relaciona com a construção do conhecimento.

O objetivo número 1 (Dar ao futuro professor uma noção de Matemática como uma ciência passível de ser entendida e interpretada / num movimento de construção individual e coletiva que tem fundamento em toda uma cultura ao longo dos séculos), pertence à categoria Instrucional e Epistemológica. Sua parte inicial recai na categoria instrucional por referir-se à aprendizagem. Em sua parte final, somos remetidos à categoria epistemológica, por ela apoiar-se na construção humana que está intimamente ligada à construção do conhecimento.

Ao analisarmos o objetivo 2 (Estudar e pesquisar temas relativos à educação Matemática, de modo a poder aperfeiçoar o ensino universitário / formando-se professores mais qualificados a fim de criar um ciclo virtuoso, no qual os professores do ensino médio e fundamental estejam melhor preparados para as suas funções), classificado como Instrucional e Epistemológica, notamos a presença, nesta primeira parte, da categoria instrucional por dizer respeito ao aprendizado pessoal e na segunda parte à categoria epistemológica, porque está relacionado com a construção do conhecimento e influi diretamente na construção do conhecimento dos alunos desse professor.

O objetivo número 3 (Privilegiar a pesquisa e a troca de experiência como meio individual e coletivo de progresso), relaciona-se à categoria instrucional porque ela nos remete diretamente à aprendizagem pessoal e também à categoria epistemológica, porque transcende a aprendizagem pessoal e contribui diretamente para a construção do conhecimento de outros.

No objetivo número 4 (Aquisição e aprofundamento de competências / no domínio específico pela compreensão e investigação da aprendizagem dos conceitos), refere-se na sua primeira parte à categoria instrucional a pessoa já possui o conhecimento, que foi adquirido, é seu, pessoal e apenas se aprofunda e na segunda parte à epistemológica, porque a aprendizagem se refere à construção de conceitos, teoria desenvolvida na formação da cultura humana.

A interseção das categorias Instrucional, Motivacional e Funcional em uma única classificação se faz representar em 1 por: (promoção na iniciativa da pesquisa) pela categoria motivacional. Sua segunda parte (desenvolvimento de materiais didáticos específicos) nos remete à categoria funcional por se tratar da parte manipulável da atividade empírica e, por fim (desenvolvimento de âmbito interdisciplinar) nos leva à categoria instrucional, pois vai requerer aprendizagem pessoal para transpor seu conhecimento para outras áreas.

O segundo objetivo classificado como Instrucional, Motivacional e Funcional (Despertar no aluno a criatividade, / o desenvolvimento da relação entre o espaço e o tempo / e o raciocínio lógico-matemático) foi assim disposto por em sua primeira parte tratar da criatividade, que nos remete à categoria motivacional. A sua segunda parte descreve bem a categoria Funcional, pois relaciona o espaço disponível com o tempo gasto para o desenvolvimento do trabalho. Em sua última parte trata do desenvolvimento do raciocínio, característica da categoria Instrucional.

Temos ainda o objetivo número 3 (Promover, entre os alunos, uma melhor relação afetiva com a Matemática, / juntamente com capacidades como raciocínio, abstração, curiosidade tornando-os mais aptos a adquirir qualquer conhecimento, não só o matemático, / e facilitando-lhes o intercâmbio entre os vários níveis de ensino) classificado como Instrucional, Motivacional e Funcional. Este objetivo se inicia com o termo “relação afetiva”, característica marcante da categoria Motivacional. As capacidades citadas na segunda parte desse objetivo faz parte da categoria Instrucional. Por fim, o intercâmbio trata de repasse, uma troca de conhecimento do que já foi testado e esse tipo de ação faz parte da categoria Funcional.

O objetivo número 1 (Desenvolvimento de estudos experimentais / no campo do ensino e da aprendizagem da Matemática, bem como uma preocupação com a socialização do conhecimento), ligado à categoria Instrucional e Funcional e Epistemológica refere-se em sua

primeira parte à categoria funcional e instrucional, pois se trata de estudos experimentais ligados à manipulação de materiais e também à contribuição do aprendizado pessoal, a sua segunda parte pertence à categoria epistemológica, pois denota a preocupação com a socialização do conhecimento, levando o indivíduo detentor do conhecimento a partilhá-lo como outros.

O objetivo número 1 que dividimos em três partes (Desenvolver, nos alunos, melhor compreensão do papel da Matemática no mundo real com uma perspectiva prática e científica / num ambiente estimulante / e de descoberta), classificados como Motivacional, Epistemológico e Instrucional, refere-se na primeira delas à categoria epistemológica, pois enfatiza a capacidade teórica para tratar a realidade e a produção do conhecimento, na segunda, parte é à categoria motivacional e na terceira à categoria instrucional, relacionada à aprendizagem.

5.2. Comparação entre os laboratórios de Ciências e Matemática

Nos capítulos anteriores descrevemos os laboratórios que envolvem o ensino de Ciências e de Matemática. O uso do laboratório destinado ao ensino de Ciências, como pode ser constatado, possui mais história e estudos sobre a sua natureza, características e objetivos. Esse modo de ensino, mediante o uso do laboratório, nas Ciências, começou quase que naturalmente com o intuito de comprovar fenômenos naturais.

Embora seja diferente a maneira de apresentação dos dados a respeito dos laboratórios de Ciências e de Matemática, eles possuem características diferentes em razão do material encontrado para descrevê-los e por se tratar de laboratórios onde são desenvolvidas atividades experimentais relacionadas ao ensino e à aprendizagem de determinados conteúdos. Com isso, pudemos adaptar as quatro categorias – Motivacional, Instrucional, Funcional e Epistemológica – utilizadas nas Ciências aos objetivos visadas pelo laboratório de Matemática.

Pelos dados obtidos, constatamos que os laboratórios de Ciências e de Matemática são tidos como um espaço determinado que permite inovações educacionais que envolvem experimentos a serem feitos pelos alunos sob a orientação do professor.

É oportuno lembrar, tomando os dados apresentados, que a especificidade das aulas de laboratório aparece na literatura como um consenso entre pesquisadores. Há concordância quanto a que no laboratório de Ciências, os estudantes têm a oportunidade de interagir mais intensamente entre si e com o professor, discutir diferentes pontos de vista, propor estratégias de ação, manipular instrumentos, formular hipóteses, prever resultados, etc.

O estudo aqui realizado a respeito de laboratórios direcionados ao ensino e à aprendizagem de Ciências evidenciou que os objetivos baseados nas Ciências não são exclusivos somente delas, porquanto a qualquer disciplina didática que faz uso de atividades experimentais persegue tais objetivos, o mesmo se diga do laboratório de Matemática. Isso ocorre porque o objetivo maior é a construção, graças à

qual os alunos adquirem a comprovação da teoria estudada e um grau maior de entendimento.

Lembremos que, para que alguns dos objetivos pretendidos com o laboratório de Matemática sirvam ao laboratório de Ciências devemos trocar a palavra Matemática por Ciências quando da sua releitura na procura de similaridades entre essas duas disciplinas. Tomemos como exemplo o objetivo Instrucional número 14, da página 82, (Promover discussões que possam contribuir para a educação Matemática), troque “Matemática” por “em Ciências” e este servirá perfeitamente à esta disciplina.

Quando tomamos por base os objetivos que neste trabalho inserimos na categoria motivacional³⁶ e que se baseiam no Laboratório de Matemática, também notamos que os mesmos podem ser utilizados para o laboratório de Ciências, porque esses objetivos estão ligados ao interesse do aluno pela disciplina em estudo.

Em se tratando dos objetivos classificados como funcionais³⁷ relacionados ao laboratório de Matemática, os mesmos também podem ser tomados como objetivos do Laboratório de Ciências. O objetivo 7 dessa categoria pode ser o mesmo pretendido pelas Ciências, basta que se empregue a palavra Ciências em lugar de Matemática.

O mesmo não se pode dizer de alguns objetivos funcionais baseados no de Ciências, uma vez que muitas atividades praticadas neste laboratório necessitam de habilidades procedimentais³⁸ não necessárias nas

³⁶ Objetivos de 1 a 10, p. 82.

³⁷ Objetivos de 1 a 19, p. 82 e 83.

³⁸ Capítulo 1, p. 25.

práticas laboratoriais de Matemática. Podemos citar como exemplo a manipulação correta de instrumentos como provetas, pipetas, prismas, bobinas, capacitores, resistores, polarizadores, entre muitos outros. Nas Ciências também existem diversos experimentos que necessitam de observações e medições contínuas amparadas por técnicas especiais na realização de uma pesquisa. Na Matemática, são poucos, ou mesmo nenhum, os experimentos desse tipo realizados em laboratório. Um detalhe a ser observado é que os laboratórios de Matemática possuem livros, assim o aluno pode comparar a teoria com o que está sendo testado, enquanto no laboratório de Ciências o aluno busca na observação do experimento subsídios para tal comparação.

Dos objetivos classificados como instrucionais³⁹, existe um, o 11 (Desenvolver o conhecimento do espaço, realizando construções geométricas) que é específico à Matemática e não podem ser usados nas Ciências. Quanto aos demais eles são comuns a essas duas disciplinas.

O que foi dito acima acerca dos objetivos relacionados às categorias motivacional, instrucional e funcional também serve aos dois objetivos classificados como pertinentes à categoria epistemológica⁴⁰ e às demais classificações⁴¹ que englobam mais de uma categoria por objetivo.

Examinando os objetivos visados no laboratório de Ciências, vimos que quatro deles são exclusivos das Ciências não se aplicando ao de Matemática. O primeiro, dos anos sessentas, que visa “tornar os fenômenos

³⁹ Objetivos de 1 a 26, p. 83 e 84.

⁴⁰ Objetivos de 1 a 3, p. 85.

⁴¹ Objetivos classificados em mais de uma categoria, p. 85 e 86.

mais reais por meio das experiências”; o segundo dos anos setentas expõe que o laboratório de Ciências busca “explicitar os fenômenos naturais”; o terceiro, dos anos oitentas explicita sobre a “conscientização de determinados fenômenos naturais”, e o quarto, dos anos noventas, visa “determinar a relação particular que as ciências empíricas estabelecem com o mundo real, podendo-se, a partir daí, obter uma visão e uma compreensão unificadas dos fenômenos”.

Essas quatro exceções são apropriadas por se tratar de explicações de fenômenos do mundo, papel das Ciências Naturais, enquanto que, nesse caso, cabe a Matemática auxiliar com suas teorias na comprovação dos fenômenos.

Outra reserva que fazemos aos objetivos, fazemo-lo quando tomamos a aptidão analítica⁴² como base de comparação entre os laboratórios de Matemática e Ciências e verificamos que a aptidão analítica é própria das Ciências. Isso ocorre porque os experimentos matemáticos realizados no laboratório são de natureza diversa da das Ciências.

Praticamente, para o Ensino Fundamental e Médio, só usamos o laboratório de Ensino de Matemática para a comprovação de uma teoria, ou melhor, entendimento de um conteúdo estudado. No laboratório de Ciências, além destes dois objetivos citados, podemos realizar experimentos que sejam mais longos em sua duração, de modo que o estudante para acompanhá-lo, deve reunir informações científicas, coletar e organizar os dados segundo uma ordem lógica para que possa reconhecer

⁴² Capítulo 1, p.24.

irregularidades, elaborar e testar hipóteses, fazer inferências sobre os dados observados e chegar a conclusões esperadas e até mesmo inesperadas.

Outra comparação a ser feita entre os objetivos visados pelos laboratórios de Matemática e Ciências diz respeito às habilidades e atitudes⁴³. Com referência a essas, os laboratórios procuram desenvolver a aprendizagem colaborativa, fazendo com que os alunos compartilhem o trabalho e os resultados, encorajando seu trabalho em grupos e tentando suscitar neles o sentido de respeito às idéias dos demais colegas e professor, além de levá-lo a procurar compreender os diversos pontos de vistas apresentados, mesmo que estes sejam opostos aos seus.

Ao compararmos os laboratórios de Matemática e Ciências encontramos objetivos comuns, ligados ao ensino e à aprendizagem e objetivos exclusivos daquela ou desta, dependendo do experimento praticado pelos laboratórios.

⁴³ Capítulo 1, p.24.

Conclusão

Ao iniciamos este trabalho estávamos, em primeiro lugar, levando em conta a dificuldade que os alunos possuem na aprendizagem da Matemática. Uma maneira de amenizar este problema residia no uso de um laboratório de Matemática.

Pelos estudos realizados, observamos que o laboratório didático ligado ao ensino e aprendizagem surgiu exatamente com esse objetivo, o de auxiliar no entendimento das teorias, dando maior sentido à mesma, a fim de transformar o aluno de um ser passivo em um ser ativo, capaz de questionar e construir seu conhecimento a partir de entendimentos e não de 'decóreas', tornando a Matemática mais acessível.

Como professora de Matemática, previamente, tinha em mente um laboratório de Matemática por meio do qual pudéssemos desenvolver um trabalho diferenciado, fazendo uso de experimentos didáticos com o intuito de transformar conteúdos matemáticos trabalhados antes, como conceitos abstratos, em algo que chegasse mais perto da realidade dos alunos, ajudando-os a entender melhor tais conceitos, uma vez, que grande parte dos alunos aceitam passivamente como corretas as teorias que lhes são impostas, não as questionando, não construindo um conhecimento lógico, coerente e significativo a respeito das mesmas. Estava vislumbrando a

possibilidade de trabalhar, graças ao laboratório uma matemática mais presente, para que ela deixe de ser o 'terror' dos alunos, para demonstrar a sua importância ao longo da história e no cotidiano das pessoas.

Para que isso aconteça, a teoria e a prática não podem estar separadas, a união delas se faz necessária. A quebra dessa relação tende a criar um ensino fragmentado e, dessa forma, os alunos não conseguirão construir a contento um conhecimento lógico, coerente e significativo. Sem o experimento sempre fica uma parte da teoria em que o aluno acredita que simplesmente aceita, sem se convencer ou sem confirmar a verdade dos fatos.

Quanto ao professor, este deve partir de questionamentos, sondagem, reflexão e experimentação. Com isso, conseguirá perceber que não existem regras para a produção do saber, estando assim livre para ousar, para criar, experimentar, pesquisar, buscando novos caminhos, novas práticas para conseguir seu objetivo: fazer com que o aluno aprenda, compreenda o conteúdo ensinado. O educador, durante todo o período da escolaridade, deve esforçar-se por fazer que seus alunos se transformem de seres passivos em seres ativos, pensantes, reflexivos e tenham prazer em aprender, em pesquisar, e sejam curiosos para o saber.

Este estudo serviu como princípio para a tomada de consciência do que seja o Laboratório de Ensino de Matemática, qual sua natureza e objetivos, tomando como parâmetro o Laboratório de Ciências que possui uma melhor estrutura e sobre os quais já se fizeram muitos estudos.

Quanto ao questionamento colocado no início deste trabalho: “Esse lugar é realmente importante para o ensino da Matemática como o é para as Ciências?”, não sei responder com exatidão. O motivo da dúvida é que se seguirmos os dados aqui apresentados referentes ao laboratório de Matemática e ao trabalho a ser desenvolvido e se considerarmos os objetivos propostos, a resposta, com certeza, será “sim”. Mas, se tratarmos o laboratório apenas como um paliativo, somente como uma maneira diferente de ensinar Matemática, a resposta é “não”. Cabe, então, ao educador, que trabalha ou trabalhará com o Laboratório de Ensino de Matemática, a responsabilidade pela escolha da resposta.

A resposta “sim” à questão colocada no parágrafo anterior também está ligada aos dados norteadores deste trabalho que demonstraram que objetivos baseados nos laboratórios didáticos de Matemática e de Ciências podem ser os mesmos na quase totalidade dessas disciplinas, a saber, levar os alunos a priorizar a descoberta, a participação, os questionamentos, as opiniões, enfim, a aprender vendo sentido nos conteúdos que lhes é apresentado, e finalmente a usar, na medida do possível, situações cotidianas adequadas à idade e a série a ser trabalhada.

Estamos convictos de que a inserção da prática de ensino da Matemática ou das Ciências na sala de aula com o auxílio do laboratório não irá fazer os alunos superarem todas as dificuldades de aprendizagem. Existem outros aspectos de ordem pedagógica, de ordem social e educacional que influenciam diretamente na aprendizagem. Entretanto, ações no âmbito pedagógico, se não geram transformações no todo, geram um movimento em

direção às transformações. Com nosso otimismo, esperamos que as transformações ocorram para que possamos desempenhar melhor o nosso papel de educador. Nosso objetivo é fazer com que o aluno consiga trilhar o seu próprio caminho, sendo um indivíduo crítico, capaz de criar condições para realizar o seu projeto de vida.

Contudo, devemos ir devagar, pois toda mudança causa certo desequilíbrio e todos precisam de um tempo para se encontrar e se adequar dentro dessa estrutura proposta, o laboratório de Matemática. É preciso buscar pontos positivos tanto na sala de aula como no laboratório de Matemática, verificando se estamos produzindo uma mudança na aprendizagem do nosso aluno e se, com essa inserção de atividades experimentais, conseguiremos despertar nos alunos a busca do aprender, pelo prazer de aprender, não por imposição.

Este trabalho foi uma tentativa de contribuição para a melhoria do ensino e aprendizagem de Matemática no seu sentido geral. No entanto, não era nosso objetivo fornecer receitas de um laboratório de Matemática que deram certo para um determinado grupo de alunos e generalizar o trabalho. No nosso entender uma melhor educação, não importando a disciplina, é obtida num processo de ensino e aprendizagem que oportuniza, tanto ao professor quanto ao aluno, mais momentos de reflexão sobre os conceitos em estudo, o entendimento por parte dos alunos e saber que, nós como educadores, participamos ativamente da formação de cidadãos conscientes do seu papel na sociedade.

Referências

AGUIAR, Márcia. Uma idéia para o laboratório de matemática. São Paulo –SP: USP, 1999. Dissertação de Mestrado. Orientador: Nilson José Machado.

AZANHA, J. M. P., Experimentação Educacional (uma contribuição para sua análise). São Paulo. EDART, 1975.

BARBERÁ, O. & VALDÉS, P. El trabajo práctico la enseñanza de las ciencias: una revision. Enseñanza de las Ciencias, v.14, n.3, p. 365-379. 1996.

BARDIN, Lourence. Análise de conteúdo. Tradução de Luiz Antero Reto e Augusto Pineiro. Lisboa: Edições 70, 1977.

BOGDAN, R. & BIKLEN, S. Investigação Qualitativa em Educação. Uma Introdução à Teoria e aos Métodos. Lisboa - Portugal: Porto Editora (Coleção Ciências da Educação), 1994.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

DAVIS, J. P. & HERSH R., A experiência matemática. Rio de Janeiro, Francisco Alves, 1985.

DEWEY, J. A arte como experiência. In: Os pensadores XL. São Paulo, Editor Victor Civita, 1974.

FERREIRA, Norberto C. Proposta de laboratório para a escola brasileira: um ensaio sobre a instrumentalização no ensino médio de Física. Orientador: Iuda Dawid Goldman Vel Lejbman. Dissertação de Mestrado - Universidade de São Paulo - Faculdade de Educação, 1978.

GAGNÉ, R. M. Como se realiza a aprendizagem. Ao Livro Técnico S.A., Rio de Janeiro. 1972.

GALIAZZI, M. C.; ROCHA, J. M. B.; SCHITZ L. C., SOUZA, M. L.; GIESTA, S. & GONÇALVES, F. P. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. Ciência & Educação, v.7. n.2. 2001

GARNICA, A.V.G. Fascínio da técnica, declínio da crítica: um estudo sobre a prova rigorosa na formação do professor de Matemática. In: <http://lite.fae.unicamp.br/grupos/matema/vicente.html>

GRANDINI N. A. & GRANDINI C. R. Os objetivos do laboratório didático na visão dos alunos do curso de Licenciatura em Física da UNESP – Bauru. Revista Brasileira do Ensino de Física, v.26, n.3, p.251-256. 2004

HODSON, D. Rethinking the role and status of observation in science education. Taylor & Francis, Ltd Curriculum Studies, v.18, n.4, p.381-396, 1986.

_____. Practical works in school science: exploring some directions for change. Science Education, v. 18, n.7, p.755-760, 1996.

_____. Hacia um enfoque más crítico Del trabajo de laboratorio. Enseñanza de las Ciências, v.12,n.3, p. 299-313, 1994 a.

_____. Redefining and reorienting practical work in school science. In: Teaching Science, edited by Ralph Levison at The Open University, Routledge, London and New York, p. 159-164, 1994 b.

_____. Assessment of practical work. Some considerations in philosophy of science. Science & Education, v. 1 p. 115-144, 1992.

_____. Teaching and Learning Science: Towards a personalized approach. (Philadelphia: Open University Press), 1998

KAUFMAN, B. A. Psychological Implications of discovery in learning science. Science Education, p.73, 1971.

KLINE, M. O fracasso da matemática moderna. São Paulo. Ibrasa, 1976, p.195.

KUHN, Thomas, A tensão essencial. Lisboa, Portugal, 1989

LABURÚ, C. E. Seleção de experimentos de Física no ensino médio: uma investigação a partir da fala dos professores. In: http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol10/n2/v10_n2_a2.htm

MILLAR, R. Towards a role for experiment in the science teaching laboratory. Department of Education, Universidade of York. Studies in Science Education, v. 14, p. 109-118,1987.

NEDELSKY, L. Introductory Physics Laboratory. Am. J. Ph., 1958. P.51

OLIVEIRA, Ana Maria Naulack de, Laboratório de ensino e aprendizagem em Matemática: as razões de sua necessidade. FE-UFPr, 1983, Dissertação de Mestrado. Orientador: Lauro da Silva Becker.

PEREZ, G. O Laboratório de Ensino e os Materiais Didáticos no Ensino de Matemática. UNESP, Rio Claro/SP, Abril de 1993.

PONTE, J.P e outros. Investigar para aprender matemática. Lisboa, APM, 1996.

PRICE, R. M. e BRANDT, D. Walk-in laboratory: a laboratory for introductory Physics. Am. J. Ph, 1974.

RICHOUX, H. & BEAUFILS, D. La planificación de las actividades de los estudiantes em los trabajos prácticos de Física: análisis de profesores. Enseñanza de las Ciências, v. 21, n.1, p. 95-106, 2003.

ROMEY. W. J. Inquiry techniques for teaching Science. Ennglewood Cliffs. N. J. Prendice Hall. 1968.

RONAN, Colin A. História ilustrada da Ciência da Universidade de Cambridge. Vol. I, II e III. Rio de Janeiro. Jorge Zahar Editor, 1983.

SANDOVAL, J. S. & CUDMANI, L. C. Los laboratorios de Física de ciclos básicos universitários instrumentados como procesos coletivos de investigacion. Enseñanza de la Física. Associassion de Profesores de la Física de la Argrintina. V.5. n.2. 1992.

SEFRIN, F. R. O Papel do Laboratório Didático no Ensino de Física. Especialização em Física para o Novo Ensino Médio. Universidade Estadual de Londrina, defesa em 2004

SÉRÉ, M.G., COELHO, S. M. & NUNES, A. D. O papela da experimentação no ensino da Física. Caderno Brasileiro no Ensino de Física, v. 20, n.1, p. 32-40, 2003.

SOLOMON, J. Learning throught experiment. Studies in Science Education, v. 15, p. 103-108, 1998.

_____. The laboratory comes of age. In: Teaching Science, edited by Ralph Levison at The Open University, Routledge, London and New York, p. 7-21, 1994.

TAHAN, Malba. Didática da Matemática – volumes 1 e 2. São Paulo, Saraiva Livreiros Editores. 1965.

TRUMPER, R. The Physics laboratory – a historical overview and future perspectives. Science Education, v. 12, p. 645-670, 2003.

VAZIRO, Z. C. M. Laboratório de Matemática Escolar – Série Laboratório de Matemática Escolar – Caderno 0. 1ª edição. Gráfica e Editora Vieira. Goiânia, 2001.

WHITE, R. T., The link between the laboratory and learning. International Journal Science Education, v.18, n. 7, p. 761-744,1996.

ZACHARIAS, V. L. C. F. Pestalozzi, artigo. (Mestre em educação e Pedagogia), 1999 em <http://www.centrorefeducacional.com.br/pestal.html>