

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENSINO DE CIÊNCIAS – MESTRADO PROFISSIONAL**

**Experimentação em Mecânica: Enfoques, Concepções e  
Características**

**WALDEMIR DE PAULA SILVEIRA**

Itajubá, fevereiro de 2014

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENSINO DE CIÊNCIAS – MESTRADO PROFISSIONAL**

**WALDEMIR DE PAULA SILVEIRA**

**Experimentação em Mecânica: Enfoques, Concepções e  
Características**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências – Mestrado Profissional como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências – Mestrado Profissional.

Área de Concentração: Ensino e Aprendizagem no Ensino de Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Agenor Pina da Silva

Coorientador: Prof. Dr. Luciano Fernandes Silva

Fevereiro de 2014

Itajubá – MG

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENSINO DE CIÊNCIAS – MESTRADO PROFISSIONAL**

**WALDEMIR DE PAULA SILVEIRA**

**Experimentação em Mecânica: Enfoques, Concepções e  
Características**

Dissertação aprovada por banca examinadora em  
07 de fevereiro de 2014, conferindo ao autor o  
título de **Mestre em Ensino de Ciências –  
Mestrado Profissional.**

**Banca Examinadora:**

Prof. Dr. Artur Justiniano Roberto Júnior

Prof. Dr. Luciano Fernandes Silva (Coorientador)

Prof. Dr. Newton de Figueiredo Filho

Prof. Dr. Agenor Pina da Silva (Orientador)

**Itajubá 2014**

## **Agradecimentos**

Agradeço a Deus pelo dom da vida e por todas as bênçãos que Ele me concedeu.

De uma forma especial e com muito respeito e admiração, agradeço ao meu orientador professor Dr. Agenor Pina da Silva pela paciência e pelos ensinamentos tão essenciais para a minha formação e para a realização deste trabalho.

Aos professores Dr. Luciano Fernandes Silva, coorientador, e Dr. Mikael Frank Rezende Júnior, membros da banca de qualificação, agradeço pelas valiosas contribuições dadas para o aperfeiçoamento desta pesquisa.

Agradeço aos meus familiares, especialmente à minha mãe Umbelina de Paula Silveira pelo apoio e incentivo e pelas suas orações a meu favor.

Aos amigos da segunda turma do Mestrado, agradeço pelo convívio desfrutado e pelo aprendizado mútuo construído nestes dois anos de curso.

A todos os professores do Mestrado cujo profissionalismo nos inspira a sermos melhores educadores, o meu muito obrigado.

Agradeço à Secretaria de Pós-Graduação, especialmente a Anne que sempre se mostrou solícita e pronta em nos atender.

Aos colegas de trabalho das escolas onde leciono especialmente à Stella Maris e às professoras Myrla e Hérica, agradeço pelo incentivo.

À Secretaria Estadual de Educação de Minas Gerais, agradeço pela concessão de bolsa durante um ano de estudos.

E, por fim, agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a concretização de mais esta importante etapa em minha vida.

## Resumo

O objetivo deste trabalho foi investigar as concepções, ênfases e características encontradas nas publicações que apresentam atividades experimentais relacionadas ao ensino de Mecânica publicadas na Revista Brasileira de Ensino de Física e no Caderno Brasileiro de Ensino de Física no período compreendido entre o início de suas publicações (1979 e 1984, respectivamente) e junho de 2013. Na realização do mesmo, em primeiro lugar foi feito o mapeamento dos artigos encontrados quanto ao número de artigos publicados e o país de origem das instituições que aparecem nas publicações. Em segundo, investigamos as propostas experimentais apresentadas nos artigos publicados em relação a diversos aspectos como o grau de direcionamento, a ênfase matemática, o nível de ensino e os conteúdos de Mecânica presentes nas propostas, entre outros. Por fim, em terceiro lugar, foram identificados os recursos didáticos envolvidos nas propostas experimentais, como o tipo de material utilizado, a presença de roteiros e o uso de computador. A análise dos dados obtidos nesta pesquisa nos permitiu verificar que houve um número expressivo de artigos que abordam a experimentação em Mecânica nas décadas de 1990-1999 e de 2000-2009. Verificou-se também que 47 instituições brasileiras, localizadas em sua maioria nas regiões Sul e Sudeste, e 11 instituições estrangeiras diferentes estão envolvidas nas publicações. Em relação ao segundo objetivo específico, esta pesquisa também constatou que a maioria das propostas experimentais analisadas tem como grau de direcionamento a verificação e que houve predominância de propostas destinadas aos ensinos médio e superior. Em relação às habilidades adquiridas, verificou-se o predomínio de atividades cuja habilidade é a de verificar/comprovar leis e teorias científicas. Considerando os conteúdos específicos de Mecânica, verificou-se que prevaleceu o estudo da dinâmica nas propostas experimentais, sendo as leis de Newton o conteúdo mais explorado. Quanto aos resultados encontrados relacionados ao terceiro objetivo específico, constatou-se que é significativo o número de propostas que fazem uso de material de baixo custo e que estas, em sua maioria, foram publicadas no CBEF, sendo predominantemente destinadas ao ensino médio. Além disso, a maior parte das propostas não faz uso de roteiros. Por fim, verificou-se também que o computador é utilizado em propostas destinadas ao ensino superior, sendo estas, em sua maioria, atividades que apresentam grau de direcionamento verificação.

**Palavras-chave:** Estado da Arte, Atividades Experimentais, Mecânica, Ensino de Física.

## Abstract

The purpose of the present work was to investigate the conceptions, emphasis and characteristics of the experimental activities related to the Mechanics teaching published in *Revista Brasileira de Ensino de Física* and in *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* in the period of their first publications (1979 e 1984 respectively) to June 2013. First it was made a mapping of the articles regarding as well the place where the institutions involved in such publications were from. Secondly, we investigated the experimental proposals presented in the published articles considering, among other factors, the degree of direction, the mathematics emphasis, the level of teaching and the contents of Mechanics posed in the proposals. Thirdly and last the teaching resources involved in the experimental proposals, such as, kinds of material used, presence of scripts and use of computer were identified. The analysis of the data obtained in this research allowed us to verify that there was a significant number of articles that went into experimentation Mechanics in the 1990s and 2000s. It was also that 47 Brazilian institutions, mostly located of them located in the south and southeast regions, and 11 foreign institutions took part in those publications. Concerning to the second specific objective, the research found out the majority of the experimental proposals evaluated have the verification as their point of orientation and that there were predominance of proposals meant for high-schools and higher-education. As for the acquired skills, it was verified the predominance of activities whose ability is the one to verify/prove scientific theories and laws. Considering the Mechanics specific contents, it was certified the predominance of the Dynamics in the experimental proposals, being the Newton's laws the most explored content. As for the results found related to the third specific objective, it was noticed it's significant the number of proposals which use of low-prize material, most of those proposals were published in CBEF and they were mainly intended to high-school. In addition it was verified that the great majority of the proposals didn't use a pre-defined scripts. Lastly, it was also verified that computers are used in proposals intended to higher education, and the great majority of those activities pose the verification as their degree of direction.

**Keywords:** State of the Art, Experimental Activities, Mechanics, Physics Teaching.

## Lista de Tabelas

Tabela 3.1	Número de artigos analisados por ano.....	64
Tabela 3.2	Número de instituições por país de origem.....	66
Tabela 3.3	Localização das instituições brasileiras por região.....	66
Tabela 3.4	Número de pesquisadores.....	67
Tabela 3.5	Número de pesquisadores de instituições brasileiras por região.....	67
Tabela 3.6	Número de artigos publicados por região.....	67
Tabela 3.7	Idioma utilizado na publicação dos artigos.....	69
Tabela 4.1	Grau de direcionamento.....	70
Tabela 4.2	Ênfase matemática.....	72
Tabela 4.3	Ênfase matemática e grau de direcionamento.....	73
Tabela 4.4	Nível de ensino.....	75
Tabela 4.5	Nível de ensino e ênfase matemática.....	77
Tabela 4.6	Nível de ensino e grau de direcionamento.....	78
Tabela 4.7	Habilidades adquiridas.....	79
Tabela 4.8	Habilidades adquiridas e nível de ensino.....	82
Tabela 4.9	Habilidades adquiridas e grau de direcionamento.....	83
Tabela 4.10	Habilidades adquiridas e ênfase matemática.....	83
Tabela 4.11	Natureza do trabalho experimental.....	85
Tabela 4.12	Conteúdos específicos de Mecânica.....	86
Tabela 4.13	Conteúdos relacionados à cinemática.....	86

Tabela 4.14	Conteúdos relacionados à dinâmica.....	87
Tabela 4.15	Conteúdos relacionados à estática.....	87
Tabela 4.16	Conteúdos relacionados de Mecânica e nível de ensino.....	91
Tabela 4.17	Conteúdos relacionados de Mecânica e grau de direcionamento.....	91
Tabela 4.18	Conteúdos relacionados de Mecânica e ênfase matemática.....	92
Tabela 4.19	Conteúdos relacionados de Mecânica e habilidades adquiridas.....	93
Tabela 5.1	Uso de materiais de baixo custo.....	94
Tabela 5.2	Uso de materiais de baixo custo e nível de ensino.....	96
Tabela 5.3	Uso de materiais de baixo custo e grau de direcionamento.....	97
Tabela 5.4	Uso de materiais de baixo custo e natureza da proposta.....	97
Tabela 5.5	Presença de roteiros.....	98
Tabela 5.6	Uso do computador.....	100
Tabela 5.7	Uso do computador e nível de ensino.....	100
Tabela 5.8	Uso do computador e grau de direcionamento.....	101
Tabela 5.9	Uso do computador e natureza da proposta.....	101



## Lista de Gráficos

Gráfico 3.1	Distribuição dos artigos por década.....	65
Gráfico 3.2	Média anual do número de artigos por década.....	65
Gráfico 4.1	Artigos por década da RBEF e conteúdos específicos.....	88
Gráfico 4.2	Artigos por década do CBEF e conteúdos específicos.....	88
Gráfico 5.1	Uso de materiais de baixo custo por década.....	95
Gráfico 5.2	Média anual de propostas que usam materiais de baixo custo por década.....	95
Gráfico 5.3	Uso do computador por década.....	102
Gráfico 4.4	Média anual de propostas que fazem uso do computador por década.....	102

## **Lista de Abreviaturas e Siglas**

CBC	Conteúdo Básico Comum.
CBEF	Caderno Brasileiro de Ensino de Física
DCNEM	Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio.
ENPEC	Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional.
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio.
PCN+	Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais.
RBEF	Revista Brasileira de Ensino de Física
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UNESP	Universidade Estadual Paulista
USP	Universidade de São Paulo

## Apêndices

Apêndice A	Relação de artigos analisados neste trabalho.....	108
Apêndice B	Distribuição dos artigos analisados em relação a cada um dos pontos discutidos no Capítulo 4.....	117
Apêndice C	Distribuição dos artigos analisados em relação a cada um dos pontos discutidos no Capítulo 5.....	133

# Sumário

	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>Capítulo 1</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>20</b>
1.1	Documentos Oficiais da Educação Nacional.....	20
1.2	Atividades experimentais no Ensino de Física .....	29
1.3	Tipos de Laboratório Didático.....	35
1.3.1	Laboratório Didático de Demonstrações ou Experiências de Cátedra.....	36
1.3.2	Laboratório Didático Tradicional.....	37
1.3.3	Laboratório Didático Divergente.....	39
1.3.4	Laboratório Didático de Projetos.....	40
1.3.5	Laboratório Didático Biblioteca.....	40
1.3.6	Laboratório Didático de Redescoberta.....	41
1.3.7	Laboratório Didático de “Fading”.....	41
1.3.8	Laboratório Didático Prateleira de Demonstrações.....	42
1.3.9	Laboratório Didático Circulante.....	42
1.3.10	Laboratório Didático com Ênfase na Estrutura do Experimento.....	43
1.3.11	Laboratório Didático sob Enfoque Epistemológico.....	43
1.3.12	Laboratório Didático Investigativo.....	44
1.4	Tipos de Atividades Experimentais.....	44
1.4.1	Atividade Experimental Histórica.....	45
1.4.2	Atividade Experimental de Compartilhamento.....	45
1.4.3	Atividade Experimental Modelizadora.....	45
1.4.4	Atividade Experimental Conflitiva.....	45
1.4.5	Atividade Experimental Crítica.....	46
1.4.6	Atividade Experimental de Comprovação.....	46
1.4.7	Atividade Experimental de Simulação.....	46
1.4.8	Atividades de Demonstração.....	46
1.4.9	Atividades de Verificação.....	47
1.4.10	Atividades de Investigação.....	48

1.5	Objetivos do Laboratório Didático.....	49
1.5.1	Verificar/Comprovar Leis e Teorias Científicas.....	49
1.5.2	Ensinar o Método Científico.....	50
1.5.3	Facilitar a Aprendizagem e Compreensão de Conceitos.....	50
1.5.4	Ensinar Habilidades Práticas.....	51
1.5.5	Explorar Fenômenos.....	51
<b>Capítulo 2</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>52</b>
2.1	Pesquisas Qualitativas Quantitativas.....	52
2.2	Pesquisas Denominadas Estado da Arte.....	54
2.3	Metodologia.....	57
<b>Capítulo 3</b>	<b>ANÁLISE E RESULTADOS: Mapeamento das Publicações...</b>	<b>63</b>
<b>Capítulo 4</b>	<b>ANÁLISE E RESULTADOS: Propostas Experimentais.....</b>	<b>70</b>
4.1	Grau de Direcionamento.....	70
4.2	Ênfase Matemática.....	72
4.3	Nível de Ensino.....	74
4.4	Habilidades Adquiridas.....	78
4.5	Natureza da Proposta Experimental.....	85
4.6	Conteúdos Específicos de Mecânica.....	86
<b>Capítulo 5</b>	<b>ANÁLISE E RESULTADOS: Recursos Didáticos.....</b>	<b>94</b>
5.1	Material de Baixo Custo.....	94
5.2	Presença de Roteiros.....	98
5.3	Uso de Computador.....	99
	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>104</b>
<b>APÊNDICES</b>		
A	RELAÇÃO DE ARTIGOS ANALISADOS NESTE TRABALHO.....	108
B	DISTRIBUIÇÃO DOS ARTIGOS ANALISADOS EM RELAÇÃO A CADA UM DOS PONTOS DISCUTIDOS NO CAPÍTULO 4.....	117
C	DISTRIBUIÇÃO DOS ARTIGOS ANALISADOS EM	

RELAÇÃO A CADA UM DOS PONTOS DISCUTIDOS NO CAPÍTULO 5.....	133
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	139

## Introdução

O cotidiano escolar tem se tornado um desafio para a prática docente, visto que, conforme assinala Angotti *et al.* (2009), há necessidade de se romper com o senso comum pedagógico que prevalece na educação básica que é caracterizado, por exemplo, pelo exaustivo uso de fórmulas e de tabelas e gráficos desarticulados e pouco contextualizados e experimentos cujo único objetivo é a verificação da teoria.

Diante desta realidade, segundo Borges (2002), a qualidade do ensino se torna questionável e o papel da escola na formação dos educandos fica comprometido. Desta forma, discussões sobre o tema são empreendidas e reformas são propostas, todavia, tais reformas, muitas vezes, não produzem os resultados esperados. Isso também é ressaltado por Angotti *et al.* (2009) e, segundo eles, é necessário que haja uma aproximação mais efetiva entre as pesquisas na área de ensino de Física e o universo escolar, pois

A disseminação dos resultados entre os pares pesquisadores tem sido considerada satisfatória, dado o número de congressos, de revistas para publicação e de referências mútuas utilizadas. No entanto, a aproximação, a reconstrução e o debate sistemático dos resultados de pesquisa na sala de aula e na prática docente dos professores dos três níveis são sofríveis (p. 40).

De acordo com Carlos *et al.* (2009), muitos problemas relativos ao ensino de Física, inclusive a utilização de atividades experimentais, têm sido investigados no Brasil nas últimas décadas. Conforme foi observado por estes autores, a “utilização de atividades experimentais ainda não se consolidou na prática da maioria dos professores dessa ciência no país” (p. 2). E a inserção delas no currículo, “ainda é alvo de muitos debates e questionamentos no meio pedagógico, principalmente, no que diz respeito ao seu papel no ensino” (p. 2).

Neste cenário, é necessário que a prática docente incorpore os saberes produzidos, a fim de que ela se torne relevante na formação do educando. Segundo Thomaz (2000),

O papel da componente experimental da aprendizagem em ciências na formação do futuro cidadão, capaz de atuar com eficácia na sociedade em que está inserido, irá depender, em grande escala do papel do professor no desenvolvimento da sua atividade docente e das suas perspectivas relativamente a essa componente (p. 361).

Ainda segundo Borges (2002), os professores acreditam que a introdução de atividades experimentais seja relevante no processo de ensino-aprendizagem. Entretanto, estas atividades, muitas vezes, não são implementadas, mesmo com a presença de laboratório e

equipamentos nas escolas, pois geralmente os professores alegam falta de tempo para planejar e realizar as atividades, a falta de recursos para a compra de equipamentos, laboratório sem manutenção, etc. E, mesmo onde a realização de práticas experimentais seja habitual, em geral, elas privilegiam as atividades cujo objetivo é de apenas verificar os conteúdos abordados em sala de aula.

Como professor de Física da educação básica, acredito que as atividades experimentais, devidamente abordadas, podem se transformar num importante recurso metodológico no processo de ensino-aprendizagem. Ao longo da minha experiência docente – dez anos atuando na rede estadual de ensino – tenho constatado que as atividades experimentais têm a capacidade de atrair a atenção do aluno e de motivá-lo para o entendimento dos conceitos físicos envolvidos, além de contribuir para uma formação mais ampla quando tais atividades permitem ao educando uma participação mais efetiva. Esta minha opinião é compartilhada com a de outros professores conforme apresentado em Araújo e Abib (2003). Segundo eles, “o uso de atividades experimentais como estratégia do ensino de Física tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de se aprender e ensinar física de modo significativo e consistente” (p. 176).

Outro ponto com o qual compartilho é apresentado por Séré *et al.* (2003), quando explicitam a importância da prática experimental no ensino de Física.

Graças às atividades experimentais, o aluno é incitado a não permanecer no mundo dos conceitos e no mundo das “linguagens”, tendo a oportunidade de relacionar esses dois mundos com o mundo empírico. Compreendem-se, então, como as atividades experimentais são enriquecedoras para o aluno, uma vez que elas dão um verdadeiro sentido ao mundo abstrato e formal das linguagens. Elas permitem o controle do meio ambiente, a autonomia face aos objetos técnicos, ensinam as técnicas de investigação, possibilitam um olhar crítico sobre os resultados. Assim, o aluno é preparado para poder tomar decisões na investigação e na discussão dos resultados. O aluno só conseguirá questionar o mundo, manipular os modelos e desenvolver os métodos se ele mesmo entrar nessa dinâmica de decisão, de escolha, de inter-relação entre a teoria e o experimento (p. 39-40).

A experimentação, portanto tem a sua relevância no ensino de Física e de Ciências Naturais. Entretanto, também concordo com Borges (2002) quando afirma que apenas o uso da experimentação no ensino de Ciências não implica, necessariamente, em melhoria da qualidade do ensino.

O fato de estarmos insatisfeitos com a qualidade da aprendizagem, não só de ciências, sugere que todo o sistema escolar deve ser continuamente repensado. Com raras exceções, não se cogita a extinção da escola, por causa de suas dificuldades. Da mesma forma, o que precisamos é encontrar novas maneiras de usar as atividades



prático-experimentais mais criativa e eficientemente e com propósitos bem definidos, mesmo sabendo que isso apenas não é solução para os problemas relacionados com a aprendizagem de ciências (BORGES, 2002, p. 8).

Conhecer e dominar as diversas propostas de utilização dessas atividades poderá ajudar o professor a se qualificar em sua prática docente e, conseqüentemente, permitirá ao educando uma compreensão mais abrangente do fazer ciência, pois as atividades experimentais, conforme afirmam Séré *et al.* (2003), têm o papel de permitir o estabelecimento de relações entre três polos, a saber: “o referencial empírico; os conceitos, leis e teorias; e as diferentes linguagens e simbolismos utilizados em Física” (p. 39).

Na literatura especializada, encontra-se a contribuição de diversos pesquisadores da área de ensino quanto ao uso da experimentação como recurso didático. Estes pesquisadores salientam a importância do laboratório didático no processo de ensino-aprendizagem, principalmente, porque além de despertar o interesse do educando para a compreensão dos fenômenos naturais, permite o desenvolvimento de habilidades tão essenciais para sua formação. (ARAÚJO & ABIB, 2003; ARRIGONE & MUTTI, 2011; AXT & MOREIRA, 1991; BARBOSA *et al.*, 1999; BORGES, 2002; BORGES & GOMES, 2005; CARRASCOSA *et al.*, 2006; COELHO *et al.*, 2008; FARIAS, 1992; GRANDINI & GRANDINI, 2004; LABURÚ, 2006; MACIEL & KRAUSE, 1987; MARINELI & PACCA, 2006; QUIRINO & LAVARDA, 2001; RINALDI & GUERRA, 2011; SÉRÉ *et al.*, 2003; SOARES & BORGES, 2010; THOMAZ, 2000).

As atividades experimentais podem ser desenvolvidas de diversos modos, com diferentes enfoques, permitindo, assim, que o professor trabalhe vários tipos de competências e habilidades em seus alunos. Esses enfoques abrangem desde a mera observação por parte do aluno, por exemplo, até a sua participação efetiva na escolha da atividade, do problema a ser solucionado e do procedimento experimental a ser adotado (ANDRADE, 2010; BORGES, 2002; PINHO ALVES, 1999 e 2000; ROSA, 2003).

Enfocando a experimentação, este trabalho tem como objetivo investigar como as atividades experimentais relacionadas ao ensino de Mecânica são apresentadas nos artigos encontrados em duas revistas brasileiras especializadas na área de ensino de Física. Em particular, há interesse em se estudar quais são os enfoques, concepções e características das atividades propostas em Mecânica apresentadas no Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF) e na Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF). Para a concretização do objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- **MAPEAMENTO DOS TRABALHOS:** Mapear os artigos publicados quanto ao número de artigos publicados por ano e por década nas revistas consideradas; ao número de instituições envolvidas; ao país de origem da instituição dos autores; à natureza das instituições, ou seja, se é pública ou particular; ao número de autores envolvidos; à região de origem das instituições dos autores brasileiros; e ao idioma utilizado na publicação.
- **PROPOSTAS EXPERIMENTAIS:** Agrupar e discutir as propostas experimentais em função dos objetivos considerados em termos de grau de direcionamento, ênfase matemática, nível de ensino, habilidades adquiridas, natureza da proposta experimental e conteúdo específico de Mecânica.
- **RECURSOS DIDÁTICOS:** Agrupar e discutir as propostas experimentais encontradas nestes artigos em função dos recursos didáticos envolvidos: do tipo de material utilizado (baixo custo ou não); da presença ou não dos roteiros; e do uso de computador.

Este trabalho, de natureza qualitativa, é denominado de estado da arte. Ele está estruturado em cinco capítulos. No primeiro capítulo apresenta-se a revisão da literatura na qual é discutido o uso da experimentação no processo de ensino-aprendizagem na disciplina de Física. Destaca-se a fundamentação dada pelos documentos oficiais de educação no Brasil para a utilização das práticas experimentais, bem como as contribuições apresentadas por diversos pesquisadores sobre esse assunto. Por fim, abordam-se vários tipos de atividades experimentais mencionados na literatura especializada, bem como os objetivos a serem alcançados com a realização delas.

No segundo capítulo é discutida a metodologia utilizada neste trabalho. Inicialmente, considerou-se a natureza das pesquisas a partir do ponto de vista quantitativo e qualitativo. Em seguida, discutem-se algumas características de pesquisa denominada estado da arte e alguns exemplos deste tipo de pesquisa encontrados na literatura especializada. Por fim, apontam-se os procedimentos metodológicos adotados na delimitação do problema de pesquisa, na coleta e análise de dados.

A análise dos dados é apresentada nos Capítulos 3, 4 e 5. No Capítulo 3 é descrito o mapeamento dos trabalhos em relação ao número de artigos publicados por ano e por década nas revistas investigadas, o número de autores e instituições envolvidas, a natureza das instituições (se é pública ou particular), a região de origem das instituições dos autores

brasileiros, o país de origem da instituição dos autores e o idioma utilizado na publicação. No Capítulo 4 são apresentadas as diferentes ênfase metodológicas associadas a estes artigos, tais como o grau de direcionamento, a ênfase matemática, as habilidades adquiridas, o conteúdo específico, o nível de ensino e a natureza da proposta experimental. Por fim, no Capítulo 5 são analisados os recursos didáticos envolvidos nas propostas experimentais. Foi verificado o tipo de material utilizado nos experimentos (de baixo custo ou não), a presença ou não dos roteiros; e o uso do computador. Em seguida são apresentadas as conclusões finais e as propostas de continuidade deste trabalho.

No Apêndice A estão listados todos os artigos do CBEF e da RBEF utilizados neste trabalho. No decorrer do texto desta dissertação, as referências a esses artigos serão indicadas pelo nome da revista seguido pelo número que o acompanha na lista entre colchetes, por exemplo, RBEF [99] e CBEF [35], ou pelo nome da revista e do respectivo número todos entre colchetes, por exemplo, [RBEF, 99] e [CBEF, 35]. Nos Apêndices B e C são apresentadas as tabelas com a distribuição dos artigos em função de cada ponto discutido nos Capítulos 4 e 5, respectivamente.

Finalmente, como em todo Mestrado Profissional, existe a exigência da produção de um produto final. Neste trabalho optamos pelo desenvolvimento de uma oficina voltada aos professores de Física do ensino médio cujo objetivo é discutir algumas das abordagens relacionadas às atividades experimentais discutidas neste trabalho como, por exemplo, o grau de direcionamento, a ênfase matemática e as habilidades adquiridas. A partir desta discussão, foi realizada a análise de algumas propostas experimentais e a classificação das mesmas em função das abordagens discutidas na oficina. A atividade final desta oficina consistiu na transformação de uma proposta de atividade cujo grau de direcionamento é de verificação em um de investigação. O roteiro escolhido, neste caso, é utilizado no laboratório didático de Física I (Mecânica) da UNIFEI. Essa oficina foi realizada em outubro de 2013 e o público participante foram alunos do curso de Licenciatura em Física da UNIFEI.

# Capítulo 1

## Revisão Bibliográfica

Neste capítulo busca-se nos documentos oficiais que versam sobre a educação no Brasil a fundamentação para o uso da experimentação no processo de ensino-aprendizagem na disciplina de Física do ensino médio. Além disso, destaca-se a contribuição de vários pesquisadores da área de ensino quanto ao uso da experimentação como recurso didático. Por fim, são discutidas as concepções, abordagens e enfoques relacionados aos diversos tipos de laboratórios didáticos e atividades experimentais existentes na literatura e os objetivos a serem atingidos com a utilização das mesmas.

### 1.1. Documentos Oficiais da Educação Nacional

As atividades experimentais como recurso didático ou como orientação pedagógica no ensino de Física são mencionadas direta ou indiretamente nos documentos oficiais sobre educação do Brasil. Em particular, os documentos que serão utilizados aqui para se discutir a importância das atividades experimentais no ensino de Física são a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDB (BRASIL, 1996), as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - DCNEM (BRASIL, 1998), os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - PCNEM (BRASIL, 2000) e as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - PCN+ (BRASIL, 2002).

De acordo com Ricardo e Zylbersztajn (2008), “esses documentos tinham o propósito de levar até as escolas os pressupostos fundamentais da nova lei e assegurar a mudança nas práticas educacionais até então correntes. As DCNEM são obrigatórias, uma vez que expressam a própria LDB/96, e os PCN e PCN+ se apresentam como um subsídio teórico-metodológico para a implementação das propostas na sala de aula“ (p.258).

Além desses, também será considerada a Proposta Curricular de Física elaborada pela Secretaria Estadual de Educação de Minas Gerais conhecida como Currículo Básico Comum – CBC (MINAS GERAIS, 2007), cuja aplicação é obrigatória nas escolas estaduais do Estado de Minas Gerais. A introdução do CBC neste trabalho se justifica porque o autor desta

pesquisa é professor da rede estadual de ensino do Estado de Minas Gerais e faz uso deste documento no planejamento e elaboração de suas aulas.

#### **a) Lei de Diretrizes e Bases da Educação**

A LDB, Lei nº 9.394/96, é a carta Magna da Educação e tem como função estabelecer os princípios, os fins e a organização da educação nacional. Nela estão prescritos os níveis e as modalidades de educação e ensino.

Em seu Art. 21, é afirmado que a educação escolar é composta pela educação básica e pela educação superior. A educação básica, por sua vez, engloba a educação infantil, o ensino fundamental e o ensino médio e tem como finalidade a promoção do desenvolvimento do educando com vistas ao exercício de sua cidadania e ao acesso às atividades produtivas e aos estudos posteriores (BRASIL, 2010).

Para alcançar tais finalidades, o ensino fundamental tem como objetivo a formação básica do educando através do desenvolvimento de sua capacidade de aprender e de conviver socialmente e da compreensão dos mecanismos que fundamentam a sociedade como, por exemplo, a compreensão do ambiente natural e social. O ensino médio, nesta perspectiva, deve assegurar aos educandos a oportunidade de consolidar e aprofundar os conhecimentos adquiridos no ensino fundamental. Além disso, busca-se o aprimoramento do educando para o exercício de sua cidadania, bem como o fornecimento de instrumentos que lhe permitam o prosseguimento nos estudos (BRASIL, 2010).

Para isso, a LDB, em seu Art. 36, fazendo referência ao currículo do ensino médio, estabelece como diretrizes, dentre outras, o destaque à educação tecnológica básica e à compreensão do significado da ciência, o uso de metodologias de ensino e de avaliação que promovam a iniciativa do educando de tal forma que, ao final do ensino médio, ele tenha domínio dos princípios científicos e tecnológicos que caracterizam a sociedade moderna (BRASIL, 2010).

A LDB, então, se constitui como referência, com força de lei, para o ensino nacional. Portanto, estabelece que a Educação Básica deva promover o desenvolvimento do educando de tal forma que, ao final do ensino médio, ele tenha condições de exercer a sua cidadania de modo pleno. Para isso, a LDB estabelece que se deva fazer uso de metodologias de ensino que promovam a iniciativa do estudante.

## **b) Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**

As DCNEM foram instituídas pela resolução da Câmara de Educação Básica nº 3, de 26 de junho de 1998. No parágrafo 1 do Art. 3, as DCNEM instituem que as unidades de ensino devam ser regidas por princípios que estimulem, por exemplo, a criatividade, o espírito inventivo e a curiosidade pelo inusitado. Desta forma, o Art. 4, coloca que as propostas pedagógicas das escolas e os currículos deverão incluir competências básicas, conteúdos e formas de tratamento dos mesmos que incluem, dentre outros, o desenvolvimento da capacidade de aprender, a autonomia intelectual e do pensamento crítico, a constituição de significados socialmente construídos sobre o mundo físico e natural, a compreensão do significado das ciências, o domínio dos princípios e fundamentos científico-tecnológicos que presidem a produção moderna de bens, serviços e conhecimentos. Assim, no Art. 5, estabelece que para se cumprir as finalidades do ensino médio, os currículos serão organizados de tal forma que se considerem os conteúdos curriculares como meios básicos para a constituição de competências cognitivas e sociais, que as linguagens sejam indispensáveis para a constituição de conhecimentos e competências, que se adotem diversas metodologias de ensino, que estimulem a reconstrução do conhecimento e mobilizem o raciocínio, a experimentação, a solução de problemas e outras competências cognitivas superiores, etc (BRASIL, 1998).

O Art. 10 estabelece que os currículos sejam organizados em três áreas do conhecimento: Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias; e Ciências Humanas e suas Tecnologias (BRASIL, 1998).

Quanto às Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, as habilidades e competências a serem desenvolvidas, em linhas gerais, são: compreensão de como a ciência se desenvolve; aplicação do método científico; interpretação de resultados dos procedimentos experimentais; compreensão do caráter não determinístico dos fenômenos naturais; interpretação de gráficos; análise qualitativa de dados quantitativos; explicação do funcionamento do mundo natural por meio do conhecimento científico; o entendimento da relação entre ciências naturais e o desenvolvimento tecnológico e do impacto deste na vida social dentre outras (BRASIL, 1998).

As DCNEM, portanto, além de apontarem as habilidades e competências que contribuirão para o desenvolvimento do educando em seu processo educativo, prescrevem o uso de metodologias de ensino diversificadas. Uma dessas metodologias consiste na

introdução de atividades experimentais no ensino de Física que pode possibilitar o desenvolvimento de competências como, por exemplo, a compreensão de como a ciência se desenvolve e a aplicação do método científico.

### **c) Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**

Os PCNEM são uma proposta do Ministério da Educação que tem por objetivo estabelecer referência curricular que padronize o ensino no país, de tal forma que seja assegurada aos estudantes uma educação básica de qualidade. Para isso, a escola deve proporcionar o desenvolvimento das competências básicas que permitem ao educando o exercício da cidadania e o desempenho de atividades profissionais (BRASIL, 2000):

Da capacidade de abstração, do desenvolvimento do pensamento sistêmico, ao contrário da compreensão parcial e fragmentada dos fenômenos, da criatividade, da curiosidade, da capacidade de pensar múltiplas alternativas para a solução de um problema, ou seja, do desenvolvimento do pensamento divergente, da capacidade de trabalhar em equipe, da disposição para procurar e aceitar críticas, da disposição para o risco, do desenvolvimento do pensamento crítico, do saber comunicar-se, da capacidade de buscar conhecimento. Estas são competências que devem estar presentes na esfera social, cultural, nas atividades políticas e sociais como um todo, e que são condições para o exercício da cidadania num contexto democrático (BRASIL, 2000, p 11-12).

Diferente da ideia exposta acima, a realidade do ensino de Física no país, na maioria das vezes, é priorizada a apresentação de conceitos, leis e fórmulas descontextualizados e ênfase indiscriminada na teoria e na abstração, no uso de fórmulas e soluções de exercícios repetitivos. Além disso, é enfatizado o conteúdo com vistas a cumprir todo o programa curricular sem, contudo, considerar o aprofundamento necessário e o conhecimento é apresentado como produto acabado, produzido por mentes brilhantes (BRASIL, 2000).

O aprendizado não deve ser centrado na interação individual de alunos com materiais instrucionais, nem se resumir à exposição de alunos ao discurso professoral, mas se realizar pela participação ativa de cada um e do coletivo educacional numa prática de elaboração cultural (BRASIL, 2000, p. 7).

Segundo os PCNEM, “É preciso discutir qual Física ensinar para possibilitar uma melhor compreensão do mundo e uma formação para a cidadania mais adequada.” (BRASIL, 2000, p. 23). Desta forma, há a necessidade de dar ao ensino de Física novas dimensões:

Isso significa promover um conhecimento contextualizado e integrado à vida de cada jovem. Apresentar uma Física que explique a queda dos corpos, o movimento da lua ou das estrelas no céu, o arco-íris e também os raios laser, as imagens da televisão e as formas de comunicação. Uma Física que explique os gastos da “conta de luz” ou o consumo diário de combustível e também as questões referentes ao uso

das diferentes fontes de energia em escala social, incluída a energia nuclear, com seus riscos e benefícios. Uma Física que discuta a origem do universo e sua evolução. Que trate do refrigerador ou dos motores a combustão, das células fotoelétricas, das radiações presentes no dia-a-dia, mas também dos princípios gerais que permitem generalizar todas essas compreensões. Uma Física cujo significado o aluno possa perceber no momento em que aprende, e não em um momento posterior ao aprendizado (BRASIL, 2000, p. 23).

Neste contexto, a implementação de ações pedagógicas diferentes pode sinalizar os aspectos que conduzem o desenvolvimento do ensino na direção desejada. Uma dessas ações é a utilização de atividades experimentais. A experimentação deve ser considerada como parte integrante de um projeto maior, o projeto pedagógico, e não deve desvincular teoria e laboratório, pois

a atividade deve envolver muitas outras dimensões, além da observação e das medidas, como o diálogo ou a participação em discussões coletivas e a leitura autônoma. Não basta, no entanto, que tais atividades sejam recomendadas. É preciso que elas se revelem necessárias e sejam propiciadas e viabilizadas como partes integrantes do projeto pedagógico. Isso depende da escola, não só do professor (BRASIL, 2000, p. 49).

Para os PCNEM, a utilização da experimentação no aprendizado científico, matemático e tecnológico, independentemente da abordagem a ser utilizada, deve permitir

ao estudante diferentes e concomitantes formas de percepção qualitativa e quantitativa, de manuseio, observação, confronto, dúvida e de construção conceitual. A experimentação permite ainda ao aluno a tomada de dados significativos, com as quais possa verificar ou propor hipóteses explicativas e, preferencialmente, fazer previsões sobre outras experiências não realizadas (BRASIL, 2000, p. 52 e 53).

### **c) Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**

Os PCN+ foram criados com a finalidade de complementar as orientações educacionais oferecidas pelo PCN. Para eles, a Física deve apresentar-se como um conjunto de competências específicas que permitem ao educando perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. Além disso, a Física deve ser reconhecida como resultado de um processo ocorrido ao longo da história da humanidade e que, portanto, está impregnada de contribuições culturais, econômicas e sociais. Para os PCN+, essas competências devem ser construídas a partir de determinado contexto e sempre relacionando com outras áreas do conhecimento. Entretanto, esse documento aponta que há uma forte tradição estritamente disciplinar de transmissão de informações descontextualizadas, de resolução de exercícios padronizados com vistas ao ingresso dos estudantes no ensino superior. Além disso, o papel do professor se resume na transmissão de informações e o aluno é tido como um mero receptor de tais informações (BRASIL, 2002).



Neste sentido, os PCN+ asseguram que, ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, as atividades experimentais devem estar presentes, contemplando o fazer, manusear, operar, agir em diferentes formas e níveis de tal forma que práticas convencionais ganhem uma maior abrangência no processo educativo,

É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável. Isso inclui retomar o papel da experimentação, atribuindo-lhe uma maior abrangência para além das situações convencionais de experimentação em laboratório (BRASIL, 2002, p. 37).

Para os PCN+, experimentar significa observar situações e fenômenos presentes no dia a dia do educando, desmontar objetos tecnológicos, construir aparelhos e outros objetos simples. Pode também envolver desafios, estimando, quantificando ou buscando soluções para problemas reais. Para isso,

É tão possível trabalhar com materiais de baixo custo, tais como pedaços de fio, pequenas lâmpadas e pilhas, quanto com kits mais sofisticados, que incluem multímetros ou osciloscópios. A questão a ser preservada, menos do que os materiais disponíveis, é, novamente, que competências estarão sendo promovidas com as atividades desenvolvidas (p. 38).

#### **d) Currículo Básico Comum**

O CBC é uma proposta curricular elaborada pela Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais para cada disciplina do ensino médio e deve ser aplicada em todas as escolas estaduais do estado de Minas Gerais.

Segundo o CBC, o ensino de Física visa à educação geral do cidadão, com perspectivas para a formação profissional e a aquisição de uma cultura técnica e científica elementar, além de oferecer os conhecimentos básicos que permitam o ingresso dos estudantes em cursos de nível superior. Neste sentido, esta proposta curricular traz como diretrizes norteadoras para o ensino de Física o desenvolvimento de competências, a construção e explicação de fenômenos e eventos, usos de artefatos tecnológicos, aproximação com as coisas cotidianas, contextualização e interdisciplinaridade. Tais competências englobam a capacidade de descrever e interpretar a realidade, de planejar ações e de agir sobre o real, o entendimento de como a Física constrói descrições e explicações sobre eventos e fenômenos, a compreensão de algumas das tecnologias desenvolvidas a partir do conhecimento gerado pela Física, a aproximação da Física do mundo real, das coisas cotidianas e a incorporação de novos temas, propósitos e concepções de ensino, relacionando

entre si os diversos campos de saberes de forma interdisciplinar e contextualizada (MINAS GERAIS, 2005).

Devido aos enormes avanços na área tecnológica, o CBC considera que a aproximação da Física do mundo real pode ser facilitada. Neste sentido, como exemplo, “o currículo pode incorporar o estudo da queda dos corpos, tratando-os como corpos que caem em um planeta real, com atmosfera, e não em um planeta ideal sem atmosfera. Ao fazer isso, são utilizados modelos computacionais mais realistas, mais complexos e aplicáveis a situações práticas” (MINAS GERAIS, 2005, p. 10).

Esta proposta curricular foi desenvolvida, considerando que os alunos podem compreender, a partir da observação de fenômenos simples, alguns procedimentos adotados pelos físicos em relação à realidade, bem como a possibilidade de se construir modelos para estes fenômenos. Por isso, foram escolhidos alguns fenômenos facilmente observáveis, seja em situação real do cotidiano ou em situação vivenciada em laboratório (MINAS GERAIS, 2005).

Assim, os critérios considerados para a seleção dos conteúdos englobam aqueles que trabalham com fenômenos relacionados com o cotidiano do aluno e que podem ser descritos e explicados através da experimentação, pois ela pode desempenhar um papel importante na construção do conhecimento físico por parte do aluno que tem a oportunidade de observar esses fenômenos e de propor modelos explicativos válidos para eles. Por isso, segundo o CBC, devem ser considerados inicialmente fenômenos como a eletricidade e magnetismo, movimentos, luz, som e temperatura, etc. Por fim, devem ser enfocados alguns princípios conservativos com o fim de se buscar princípios, leis e modelos e suas relações com outras ciências, com a tecnologia e com a sociedade (MINAS GERAIS, 2005).

Quanto aos conteúdos de Física que deverão ser abordados, o CBC os integra em quatro eixos temáticos diferentes sem que haja a obrigação de seguir a ordem estabelecida. São eles: Eixo Temático I: Eletricidade e Magnetismo, Eixo Temático II: Força e Movimento, Eixo Temático III: Luz, Som e Temperatura e Eixo Temático IV: Princípios Conservativos. Estes eixos temáticos são subdivididos em temas, subtemas e tópicos.

Quanto à Mecânica, ela é considerada no Eixo Temático II (Força e Movimento) que engloba os seguintes temas: Velocidade e Aceleração (Tema 4), Forças e Interações entre os corpos (Tema 5), Pressão (Tema 6) e Sistema Solar e Gravitação (Tema 7) e no Eixo

Temático IV (Princípios conservativos) que tem como tema a Conservação de Energia (Tema 11).

A disposição dos Eixos Temáticos, conforme explicita o CBC, está relacionada com a crescente complexidade dos fenômenos abordados. Desta forma, consideram-se primeiramente, os fenômenos facilmente observados no dia a dia dos alunos que não exigem uma explicação conceitual aprofundada, ou seja, parte-se de fenômenos simples que requerem descrição e explicação simples em direção a fenômenos mais complexos que fazem parte do cotidiano dos alunos e que exigem explicações mais aprofundadas. Partindo, portanto, dessa consideração, o CBC sugere que o ensino de Física se inicie com o eixo temático Energia na Terra (Eixo Temático I) e, em seguida, considere o conteúdo de Mecânica por meio do eixo temático Força e Movimento (Eixo Temático II).

Quanto às orientações pedagógicas nas abordagens dos conteúdos de Mecânica, no que diz respeito ao Eixo Temático II (Força e Movimento), há sugestões de utilização de experiências simples de demonstração. Assim, no conteúdo Movimento e Velocidade (Tema 4: Velocidade e Aceleração), sugerem-se a utilização de carrinhos a pilha e o uso de cronômetros para cronometrar os passos dos alunos no pátio. Para se trabalhar o conteúdo de Forças de Atrito (Tema 5: Forças e Interação entre Corpos), é sugerida a realização de experiências demonstrativas do efeito do atrito com o uso de paraquedas. A respeito desta sugestão, o CBC traz a seguinte observação: “A simples observação da queda de objetos de áreas diferentes ajudaria a compreender o fenômeno” (MINAS GERAIS, 2005, p. 38). Quanto às leis de Newton (Tema 5), é indicada, como exemplo, a realização de experiência demonstrativa com bolas de sinuca. Na Força e Rotação (Tema 5), a orientação é que se realize alguma experiência simples e sugere a realização de várias demonstrações, usando alavancas diversas. Quanto ao conteúdo de Pressão (Tema 6: Pressão), traz-se a sugestão de construção de um elevador hidráulico que ilustre o conceito de pressão. Na parte relativa ao Princípio de Arquimedes (Tema 6), são sugeridas duas experiências. A primeira delas consiste em se colocar um cartão na parte superior de um copo e mergulhá-lo em um recipiente contendo um líquido. A segunda experiência consiste em se utilizar recipientes contendo líquido, e balança ou outro dispositivo para se medir o volume deslocado do líquido de diferentes corpos. Para a Mecânica (Tema 11: Conservação de energia) que faz parte do Eixo Temático IV (Princípios Conservativos), não são sugeridas atividades experimentais.

Conforme já foi mencionado, no CBC (2005) as atividades experimentais figuram dentre as orientações pedagógicas como recurso didático que visa ao desenvolvimento de certas habilidades e competências no educando. Tais atividades sugeridas envolvem experiências simples de demonstração ou verificação, sendo que algumas delas são especificadas.

Na edição de 2007, o CBC novamente destaca, de forma resumida, a importância da experimentação no ensino de Física quando fala acerca dos critérios de seleção de conteúdos, precisamente quando aponta o critério de Descrição e Explicação dos Fenômenos Físicos Ligados ao Cotidiano através da experimentação.

Para o desenvolvimento do CBC, a experimentação desempenha um papel importante. Afinal, a experimentação é parte essencial das estratégias de construção do conhecimento físico. A importância da experimentação deverá ser também considerada na discussão dos Conteúdos Complementares. Descrever e explicar os fenômenos físicos mais ligados ao cotidiano do aluno foi o critério genérico para a construção do CBC. Com isso, o aluno começa a lidar com o observável do modo como a Física constrói o conhecimento científico: procurar criar um modelo explicativo válido para os fenômenos descritos (MINAS GERAIS, 2007, p. 18).

No CBC de 2007 é feita uma reorganização dos tópicos de conteúdo, mantendo as orientações quanto aos objetivos e aos aspectos metodológicos do ensino de Física da edição de 2005. Desta forma, optou-se por organizar os conteúdos a partir do conceito de energia que, segundo a versão de 2007, é um conceito que integra várias áreas do conhecimento e que permite ao aluno o entendimento de vários fenômenos que estão vinculados ao seu cotidiano. O conteúdo de Mecânica foi reorganizado do seguinte modo nesta versão: o Eixo Temático II (Transferência, Transformação e Conservação de Energia) engloba a Conservação da Energia (Tema 2) e Energia Mecânica (Tema 4); o Eixo Temático V (Força e Movimento) traz o Equilíbrio e Movimento (Tema 12) e Força e Rotação (Tema 13) (MINAS GERAIS, 2007).

Esta nova proposta curricular passa a ser dividida em duas partes: conteúdo básico comum, que é obrigatório e que se destina aos alunos do primeiro ano do ensino médio, e os conteúdos complementares, que se destinam aos alunos do segundo e terceiro anos, nos quais se tem a oportunidade de aprofundar os conhecimentos básicos adquiridos ao longo do primeiro ano (MINAS GERAIS, 2007).

Para o CBC, a experimentação se constitui em uma importante ferramenta de ensino que pode propiciar ao educando a construção do seu conhecimento físico, daí a sua importância para o desenvolvimento desta proposta curricular. Desta forma, a relevância da experimentação se verifica não apenas por ser, simplesmente, mais um recurso didático a ser

utilizado em sala de aula, mas por desencadear competências no educando que serão imprescindíveis para a sua formação. Assim, para o ensino de Mecânica, o CBC sugere e propõe algumas atividades experimentais a serem realizadas em sala de aula.

## 1.2. Atividades Experimentais no Ensino de Física

Vários pesquisadores salientam a importância das atividades experimentais no processo de ensino-aprendizagem, principalmente, porque, além de despertar o interesse do educando para a compreensão dos fenômenos naturais, permite o desenvolvimento de habilidades essenciais à sua formação (ARAÚJO & ABIB, 2003; ARRIGONE *et al.*, 2011; AXT & MOREIRA, 1991; BARBOSA *et al.*, 1999; BORGES, 2002; BORGES & GOMES, 2005; CARRASCOSA *et al.*, 2006; COELHO *et al.*, 2008; FARIAS, 1992; GRANDINI & GRANDINI, 2004; LABURÚ, 2006; MACIEL & KRAUSE, 1987; MARINELI & PACCA, 2006; RINALDI & GUERRA, 2011; SÉRÉ *et al.*, 2003; SOARES & BORGES, 2010; THOMAZ, 2000).

A importância das atividades experimentais para Séré *et al.* (2003), se verifica na medida em que elas permitem relacionar os conceitos e as linguagens da ciência com o mundo empírico, além de possibilitarem ações de controle do fenômeno em estudo, técnicas de investigação, autonomia na manipulação, equipamentos e a análise crítica dos resultados obtidos. Neste processo, portanto, a participação do aluno é fundamental para o sucesso das práticas experimentais.

O aluno só conseguirá questionar o mundo, manipular os modelos e desenvolver os métodos se ele mesmo entrar nessa dinâmica de decisão, de escolha, de inter-relação entre a teoria e o experimento. [...] Pode-se assim dizer que por meio de atividades experimentais o aluno consegue mais facilmente ser ator na construção da ciência (SERÉ *et al.*, 2003 p. 40).

Segundo, ainda, Séré *et al.* (2003), é possível conceber e realizar experimentos de diferentes abordagens, desde que sejam definidos, de forma clara, os objetivos. A partir disso, o aluno pode se sentir mais motivado e interessado no aprendizado proporcionado pelas atividades experimentais.

Nesta mesma perspectiva, Borges (2002) considera que a experimentação pode levar o aluno a ter um papel mais ativo no ensino de Ciências, quando as atividades o permitem testar suas próprias hipóteses, a planejar ações e a executá-las de forma a produzir resultados confiáveis. Neste processo, há a necessidade de que os professores explicitem as

diferenças entre “os experimentos realizados no laboratório escolar, com fins pedagógicos, e a investigação empírica realizada por cientistas” (p. 18).

Para isso, segundo Borges (2002), as atividades experimentais devem ter um caráter mais aberto, a fim de que os alunos tenham a liberdade de buscar respostas sem a utilização de roteiros pré-estabelecidos ou através de instruções verbais do professor. Entretanto, deve-se ressaltar também que atividades práticas, de fato, contribuem para a aprendizagem significativa dos estudantes quando o conhecimento científico é trabalhado a partir de um escopo maior, ou seja, a partir do entendimento de que ele é resultado de todo um processo que envolve vários fatores que contribuem para a construção da ciência. Além disso, para que as atividades práticas sejam significativas, elas devem ser cuidadosamente planejadas, levando-se em consideração os objetivos a serem alcançados, os recursos disponíveis e as concepções prévias dos estudantes sobre o fenômeno em estudo.

Com o objetivo de analisar as diferentes possibilidades e tendências propostas para as atividades experimentais, Araújo e Abib (2003) apresentaram o resultado de uma pesquisa na qual foi analisada a produção recente sobre a utilização da experimentação como estratégia de ensino de Física. A partir deste estudo, constataram que há uma variedade significativa de trabalhos que abordam desde a verificação de leis e teorias e até situações que enfocam as condições para que os alunos reflitam e revejam suas concepções a respeito dos fenômenos e conceitos abordados. Para esses autores, no que se refere ao grau de direcionamento das atividades, acredita-se que,

de um modo geral, a utilização adequada de diferentes metodologias experimentais, tenham elas a natureza de demonstração, verificação ou investigação, pode possibilitar a formação de um ambiente propício ao aprendizado de diversos conceitos científicos sem que sejam desvalorizados ou desprezados os conceitos prévios dos estudantes. Assim, mesmo as atividades de caráter demonstrativo, amplamente utilizada pelos autores pesquisados e que visam principalmente a ilustração de diversos aspectos dos fenômenos estudados, podem contribuir para o aprendizado dos conceitos físicos abordados na medida em que essa modalidade pode ser empregada através de procedimentos que vão desde uma mera observação de fenômenos até a criação de situações que permitam uma participação mais ativa dos estudantes, incluindo a exploração dos seus conceitos alternativos de modo a haver maiores possibilidades de que venham a refletir e reestruturar esses conceitos (p. 190).

A conclusão final de Araújo e Abib (2003) é a de que toda proposta experimental constitui-se em uma oportunidade rica de aprendizado, pois além de permitir a participação ativa do aluno, pode levá-lo a adquirir habilidades relacionadas ao processo de construção da Ciência.

De um modo geral, independente da linha ou modalidade adotada, constata-se que todos os autores são unânimes em defender o uso de atividades experimentais, podendo-se destacar dois aspectos fundamentais pelos quais eles acreditam na eficiência desta estratégia:

- a) Capacidade de estimular a participação ativa dos estudantes, despertando sua curiosidade e interesse, favorecendo um efetivo envolvimento com sua aprendizagem.
- b) Tendência em propiciar a construção de um ambiente motivador, agradável, estimulante e rico em situações novas e desafiadoras que, quando bem empregadas, aumentam a probabilidade de que sejam elaborados conhecimentos e sejam desenvolvidas habilidades, atitudes e competências relacionadas ao fazer e entender a Ciência (p. 190 e 191).

As atividades experimentais têm cada vez mais assumido importância fundamental no ensino de Física na visão de Marineli e Pacca (2006). Segundo eles, as atividades experimentais podem se tornar um espaço no qual a interação entre os envolvidos pode ser mais intensa, pois pode propiciar a discussão de pontos de vistas diferentes, o estabelecimento de estratégias de ação, a manipulação de instrumentos, a formulação de hipóteses, a previsão de resultados, o confronto de previsões com os resultados obtidos, etc.

Para Borges e Gomes (2005), a importância da experimentação se verifica na medida em que se criem ambientes de aprendizagem capazes de contribuir não apenas para a aquisição de habilidades, mas, também, para o desenvolvimento de competências no educando e a sua inserção na cultura científica. Entretanto, estes autores salientam que o desenvolvimento de tais competências fica comprometido quando as atividades experimentais são estruturadas a partir de roteiros detalhados.

A formação científica do cidadão pode ser proporcionada, segundo Farias (1992) através de práticas experimentais, pois estas podem possibilitar ao educando um aprendizado significativo do fenômeno físico em estudo.

Olhando a maioria do contingente estudantil, principalmente o adolescente de 1º e 2º graus, percebemos a existência de muitas dificuldades na assimilação das abstrações contidas na descrição Física. Se a mente do indivíduo se encontra mais para a assimilação de coisas no concreto, nesse momento, o Laboratório constitui-se num poderoso recurso instrucional e instrumental para possibilitar ao estudante o aprendizado significativo do assunto. A experimentação também preenche outros objetivos importantes na formação científica do cidadão, como a de despertar habilidades em técnicas de investigação experimental (como a de ensinar o mecanismo de instrumentos e procedimentos de medidas, etc.). Pode ainda ser usada para estreitar o elo de ligação da teoria, embora suas limitações, com muitas observações na natureza Física do nosso cotidiano (procedimento esse muitas vezes, não efetuado satisfatoriamente por muitos (p 245-246).

Thomaz (2000), ao fazer menção acerca do papel do ensino de Ciências, ressalta que se deve ter em vista a formação de “cidadãos capazes de participar plenamente nas decisões inerentes a uma sociedade tecnologicamente avançada, criar futuros especialistas e

estimular o desenvolvimento intelectual e moral de todos os cidadãos” (p 365). Desta forma, o trabalho experimental, segundo ela, deve ter como objetivo fundamental o desenvolvimento pessoal do aluno, isto significa que os objetivos do laboratório devem centrar-se no aluno e não somente nos conteúdos e, isto, é claro, não exclui a aprendizagem de conceitos científicos, leis, a verificação do que foi aprendido na aula teórica, etc.

Esta autora, entretanto, também salienta que raramente as atividades experimentais estão centradas no aluno, pois há prevalência de atividades tais como: "demonstrações efetuadas pelo professor", "verificações feitas pelos alunos em grupo", "verificações feitas pelos alunos individualmente", "pequenas investigações feitas pelos alunos", e a "demonstração feita pelo professor" (p. 366).

Para Axt e Moreira (1991), embora se reconheça a importância da experimentação no ensino de Ciências, o seu uso é esporádico e, quando ocorre, raramente é explorada em toda a sua potencialidade, pois, frequentemente os experimentos são trabalhados de forma aleatória e sem vínculo com o conteúdo programático. Mesmo quando está integrado ao conteúdo, seu papel é o de comprovar os conceitos e/ou teorias vistos em sala de aula. Além disso, eles afirmam que raramente a “experimentação é utilizada para vincular conceitos, comprovar relações, determinar constantes, propor problemas experimentais para a aquisição de conceitos e, quando, é o caso, para a reformulação conceitual” (p. 98).

Outra realidade também foi constatada por Farias (1992) quando apontou que geralmente os professores não têm o devido preparo para trabalhar com a experimentação e nem interesse em usá-la como recurso didático, apesar de conferirem a ela importância no processo de ensino-aprendizagem. Desta forma, este pesquisador conjectura acerca dessa realidade associando-a “à falta de motivação e de condições de trabalho, o que resulta na acomodação ao ensino estritamente teórico-expositivo” (p. 246). Essa mesma preocupação é apontada por Maciel e Krause (1987). De acordo com eles, mesmo reconhecendo o valor da experimentação no processo educacional, os professores mencionam dificuldades em se implementar o laboratório didático nas aulas de Física devido à falta de equipamentos, de recursos financeiros para a aquisição de material de laboratório, etc.

Para Barbosa *et al.* (1999), as atividades experimentais não devem ser usadas como mais um elemento de motivação para o aluno, mas como um recurso que permita a construção e a aprendizagem de conceitos e modelos científicos. Nesta perspectiva, as



possibilidades de interações entre professor-aluno e aluno-objeto se ampliam de forma que se obtenha eficiência no processo de ensino-aprendizagem.

Para que isto ocorra, é necessário, porém, que haja uma interação didática/pedagógica entre a atividade experimental e o desenvolvimento destas concepções; todo experimento deve ser realizado a partir de uma base conceitual. O professor deve estar preparado para interligar o trabalho prático à elaboração do conhecimento científico pelo aluno (p. 106).

Para isso, segundo tais autores, a utilização de experimentação levando em consideração a abordagem construtivista se apresenta como uma metodologia mais eficiente no que diz respeito à aprendizagem de conceitos.

A perspectiva construtivista na experimentação também é considerada por Coelho *et al.* (2008) que, segundo eles, ela permite evidenciar os conhecimentos prévios dos alunos, auxiliando o professor em sua prática pedagógica, na busca de novas estratégias de ensino e no estabelecimento de objetivos e atividades. Para eles, “O experimento é valorizado pelo docente que lhe atribui um papel facilitador na aprendizagem, por possibilitar-lhe o estabelecimento de relações entre o mundo real e o dos conceitos e símbolos” (p. 29).

Outras abordagens também podem ser adotadas na realização das atividades experimentais. Além da abordagem construtivista proposta por Barbosa *et al.* (1999) e Coelho *et al.* (2008), Rinaldi e Guerra (2011) propõem uma abordagem histórico-filosófico para o ensino de Ciências com o uso de experimentos históricos em sala de aula. Segundo eles, isso permite que discussões sejam levantadas com vistas à aproximação entre o ensino de Física e a tecnologia. Assim, este viés histórico tende a levar os alunos a perceberem que o que é discutido em sala de aula está vinculado ao mundo no qual vivem. Neste sentido, eles ainda argumentam que no “laboratório, o aluno se defronta com verdadeiros problemas, assim, ele pensa, reflete e analisa as teorias científicas à luz de questões concretas. Fora isso, as atividades experimentais criam em sala de aula um espaço lúdico, capaz de motivar os alunos ao estudo das ciências” (p. 665).

A promoção do interesse do aluno pelo fenômeno em estudo também pode ser facilitada através de atividades experimentais, pois para Laburú (2006), estas geralmente provocam grande expectativa no aluno.

A idéia que se está a imaginar é a de procurar ativar a curiosidade dos alunos, em momentos do processo de ensino, utilizando experimentos com formato cativante, que atraiam e prendam a atenção. Na medida em que se passa a planejar experimentos com essa orientação, ultrapassando a preocupação de adequá-los apenas ao conteúdo ou ao conceito de interesse, pode-se ajudar a abalar atitudes de inércia, de desatenção, de apatia, de pouco esforço, servindo esses experimentos,

inclusive, de elo incentivador para que os estudantes se dediquem de uma forma mais efetiva às tarefas subsequentes mais árduas e menos prazerosas (p. 384).

Tal intento requer grande habilidade do professor, segundo esse autor, pois a motivação para o aprendizado “implica lançar mão de recursos não exclusivamente pontuais que obedecem apenas um momento determinado, pois envolver os alunos num processo de estudo não é suficiente despertar a sua atenção, mas é necessário, também, mantê-la desperta” (p. 385). Para ele, então, a experimentação tem a sua relevância no processo de ensino-aprendizado quando permite potencializar a motivação do aluno de tal forma a se ter um aprendizado significativo. Para isto, devem-se levar em consideração aspectos motivacionais quando se faz uso da experimentação.

Nesta perspectiva, Arrigone e Mutti (2011) recorrem às experiências de cátedra<sup>1</sup> com o fim de despertar o interesse do aluno na busca do conhecimento. Segundo eles, as experiências de cátedra

podem ajudar no processo de educação, de diálogo e de encontro, onde o aluno pode perguntar e problematizar. O uso dessas experiências durante as aulas teóricas de Física poderia ser muito útil como meio para suportar e completar a exposição teórica e como forma de interação comunicativa descontraída entre professor e alunos (p. 63).

[...] são estratégias que colocam o aluno bem próximo a situações reais e que possibilitam um retorno (*feedback*) imediato acerca dos conteúdos teóricos discutidos em sala de aula, mostrando aplicações diretas e imediatas. As experiências de cátedra tendem também a ser bem aceitas pelos alunos, pois, de modo geral, trazem certo grau de satisfação aos participantes e produzem um alívio físico e mental à rigidez às vezes excessiva da aula teórica, introduzindo um fator de satisfação que pode facilitar o processo de retenção dos conceitos discutidos em aula (p. 69).

Se por um lado as práticas experimentais podem facilitar a aprendizagem de conceitos físicos, elas também podem comprometer o aprendizado do aluno se não forem devidamente abordadas. Essa é a visão de Carrascosa *et al.* (2006), que consideram a atividade experimental como um dos aspectos chaves no processo de ensino e aprendizagem de Ciências. Eles salientam que geralmente alguns equívocos são cometidos quando se faz uso delas, como levar os alunos a terem uma visão distorcida e empobrecida da atividade científica. Para sanar tais equívocos, propõem o uso de problemas abertos que, segundo eles, podem potencializar análises qualitativas, permitir o levantamento de hipóteses como atividade central da investigação científica, possibilitar a análise dos resultados à luz do

---

<sup>1</sup> As experiências de cátedra, também chamadas de laboratório didático de demonstrações, são discutidas na seção 1.3.1.

conhecimento disponível, a consideração de possíveis desdobramentos como possíveis aplicações e repercussões negativas, permite um esforço de integração com outros campos do conhecimento, favorece a criação de memórias científica e potencializa a dimensão coletiva do trabalho científico.

Nesta mesma perspectiva, no entendimento de Soares e Borges (2010), muitas atividades práticas do laboratório tradicional não são relevantes para os estudantes porque estes fazem uso de roteiros nos quais já estão determinados o problema e o procedimento experimental para resolvê-lo. Além disso, devido ao tempo gasto para se realizar todo o trabalho experimental, sobra pouco tempo para análise e reflexão do que foi realizado, bem como, dos resultados obtidos. Para eles, o laboratório pode ter um papel mais relevante na medida em que as atividades experimentais tenham alvos bem definidos e sejam mais criativas e eficientes. Desta forma esses autores acreditam que o laboratório não estruturado cumpre esses objetivos. "Este tipo de laboratório possibilita aos estudantes o desenvolvimento da capacidade de observação, da descrição de fenômenos, do teste de hipóteses e até de reelaboração de explicações causais, aspectos que contribuiriam para facilitar a reflexão e o progresso intelectual dos estudantes" (p. 2-3).

Além dos autores acima, muitos outros trabalhos encontrados na literatura reportam à importância da utilização de atividades experimentais no processo de ensino e aprendizagem (GRANDINI & GRANDINI, 2004; QUIRINO & LAVARDA, 2001; ROSA, 2003). Para eles, elas são vistas como uma ferramenta riquíssima no processo educativo, entretanto, também fazem ressalvas quanto ao seu uso, pois, dependendo do modo como são realizadas, ao invés de contribuírem para a formação do aluno, podem levá-lo a ter uma visão incorreta da ciência.

### **1.3. Tipos de Laboratório Didático**

As concepções, abordagens e enfoques relacionados aos diversos tipos de laboratórios didáticos são discutidos na literatura especializada por diversos autores, como por exemplo, Andrade (2010), Araújo e Abib (2003), Borges (2002), Gaspar e Monteiro (2005), Oliveira (2010), Pinho Alves (2000), Rosa (2003). Nessa seção, é apresentada uma revisão dos principais tipos discutidos por esses autores.

### 1.3.1. Laboratório Didático de Demonstrações ou Experiências de Cátedra

O laboratório de demonstração ou experiência de cátedra, segundo Pinho Alves (2000), é o mais utilizado no ensino de Física. Em algum momento, todo professor de Física certamente já o utilizou em sala de aula. Desta forma, este tipo de laboratório, que é de fácil planejamento, tem como função básica a ilustração de conteúdos trabalhados em sala de aula ou a comprovação de conceitos e leis estudados. Neste tipo de laboratório cabe ao professor a responsabilidade de executá-lo e ao aluno, a expectativa.

Segundo Andrade (2010), este tipo de laboratório é de caráter estruturado, pois todo o procedimento experimental, ou seja, seu planejamento e sua execução perante os alunos ficam a cargo do professor. Desta forma, o professor assume o papel de reprodutor da ciência, sendo ele o único a interagir com o experimento, pois é detentor de todo o conhecimento relacionado ao fenômeno que se quer demonstrar. Assim, neste tipo de laboratório, pretende-se desenvolver no aluno o espírito de observação e de reflexão e, com isso, pretende-se que o aluno acompanhe todo o processo de demonstração de tal forma que compreenda os conceitos ou teorias envolvidos. Segundo ainda Andrade (2010), esta postura do aluno pode levá-lo a compreender que a observação é que dá início ao desenvolvimento da ciência, fortalecendo uma visão cientificista ou empirista da ciência.

A demonstração experimental oportuniza situações de aprendizagem que aulas tradicionais não são capazes de gerar, no entendimento de Gaspar e Monteiro (2005). Além disso, em comparação com outras práticas laboratoriais, as atividades de demonstração apresentam algumas vantagens como:

a possibilidade de ser realizada com um único equipamento para todos os alunos, sem a necessidade de uma sala de laboratório específica, a possibilidade de ser utilizada em meio à apresentação teórica, sem quebra de continuidade da abordagem conceitual que está sendo trabalhada e, talvez o fator mais importante, a motivação ou interesse que desperta e que pode predispor os alunos para a aprendizagem (p. 227 e 228).

Segundo ainda esses autores, as atividades de demonstração se constituem como elo entre a realidade informal vivida pelo aluno em seu cotidiano e a realidade formal de uma sala de aula. Portanto, tais atividades permitem trazer para a sala de aula o que é observável pelo aluno em seu contexto vivencial.

Este tipo de laboratório, geralmente, é de fácil execução, entretanto não exclui o planejamento e preparo do professor, pois se corre o risco, conforme já foi salientado, de inculcir nos alunos uma visão distorcida acerca da natureza da ciência.

### 1.3.2. Laboratório Didático Tradicional

Este tipo de laboratório também recebe a denominação de laboratório didático convencional (PINHO ALVES, 2000) ou laboratório didático programado (ANDRADE, 2010). Neste tipo de laboratório o aluno tem uma participação ativa, diferentemente do laboratório de demonstração, uma vez que lhe é atribuída a manipulação de equipamentos e dispositivos experimentais. Entretanto, sua liberdade é limitada, pois faz uso de roteiros altamente estruturados e organizados com vistas à comprovação ou verificação de leis e teorias trabalhadas em sala de aula.

O uso de roteiros no laboratório didático tradicional, que lhe confere o caráter de estruturado, segundo Andrade (2010), faz do ensino do método científico o seu principal objetivo. Desta forma, enfatiza-se a obtenção de medidas experimentais e espera-se que o aluno saiba manusear corretamente os instrumentos de medida. Portanto, o aluno assume o papel de executor da atividade. Entretanto, sua esfera de ação fica restrita ao cumprimento do que está estabelecido nos roteiros com vistas à solução de problemas cuja respostas já são conhecidas.

Segundo ainda Andrade (2010), nesta abordagem tradicional de laboratório didático, o professor exerce o papel de legitimador, uma vez que é ele quem auxilia o aluno na utilização do equipamento e na execução das medidas. Cabe ao professor, portanto, dar suporte ao aluno durante toda a atividade experimental por meio de sugestões, instruções, explicações, sanando possíveis dúvidas e dificuldades por parte dos alunos. É o professor quem determina o ritmo do desenvolvimento da experimentação, apontando caminhos e validando o que já foi realizado.

Na visão de Borges (2002), o laboratório didático tradicional pode ser uma boa oportunidade de se trabalhar com pequenos grupos, o que permite uma maior interação entre os participantes, proporcionando um ambiente no qual a comunicação e socialização podem se tornar mais efetiva. Além disso, o aluno pode se sentir mais estimulado para aprender e participar, pois este enfoque permite trocar o ritmo formal de uma sala de aula pelo ritmo informal do laboratório.

Por outro lado, Borges (2002) salienta que no laboratório didático tradicional há pouco espaço para reflexão acerca do que está sendo realizado.

quase sempre o manuseio dos objetos e equipamentos e a coleta de dados passam a ser vistos, por professores e alunos, como as atividades mais importantes. Sobra muito pouco tempo e esforço para refletir, discutir e tentar ajudar os alunos a

compreender o significado e implicações das observações que fizeram e os resultados que obtiveram (p.310).

Para Andrade (2010), a fundamentação epistemológica do laboratório didático tradicional é equivocada na medida em que se acredita que o conhecimento científico tenha origem no acúmulo de observações cuidadosas de certos fenômenos.

Assim, podemos concluir que o laboratório didático Tradicional tem fundamentação epistemológica equivocada por assumir o conhecimento científico como verdade provada ou descoberta que tem origem no acúmulo de observações cuidadosas de alguns fenômenos por uma mente livre de pré-concepções e sentimentos que aplica o método científico para chegar a generalizações científicas válidas. Finalmente, podemos dizer que ao tratar de práticas ligadas a um laboratório didático de cunho tradicional, a ciência é vista nos moldes cientificistas como um algoritmo infalível, no qual qualquer pessoa que se dispôr a experimentar deve chegar aos mesmos resultados e para isso devem percorrer os mesmos caminhos (p. 61).

Não se pode negar que o uso do laboratório didático tradicional pode privilegiar certos aspectos em detrimento de outros mais relevantes no processo de ensino-aprendizado de Física. Por exemplo, pode privilegiar a execução do procedimento experimental por meio de roteiros que levem a solução de problemas cujas respostas já são conhecidas em detrimento do refletir e discutir os resultados obtidos. Além disso, os alunos podem ter a compreensão equivocada de que o fazer ciência se dá exclusivamente pela observação criteriosa dos fenômenos. E, por fim, conforme salienta Andrade (2010), o laboratório didático tradicional pode excluir da formação do aluno, aspectos culturais, políticos e sociais intrinsecamente relacionados com o desenvolvimento da ciência uma vez que privilegia fins pré-estabelecidos ditados pelo uso de roteiros.

Apesar das suas limitações, o laboratório didático tradicional pode ser um importante recurso no processo de ensino de Física. O uso de roteiros tão característicos neste tipo de laboratório, ao mesmo tempo em que limita a liberdade de ação do aluno, norteia sua ação, visto que, muitas vezes, por si só, o aluno encontra dificuldade na realização do experimento. Além disso, o uso de roteiros pode ser um primeiro passo em direção a uma maior autonomia do aluno em outros tipos de laboratório nos quais a liberdade de ação do aluno seja maior.

Por fim, salienta-se que o preparo do professor no planejamento e condução deste tipo de laboratório seja imprescindível, pois cabe a ele propiciar oportunidade de discussão e reflexão a fim de que os equívocos já mencionados anteriormente sejam resolvidos.

### 1.3.3. Laboratório Didático Divergente

O laboratório didático divergente se constitui em uma alternativa para se contrapor o laboratório didático tradicional segundo Rosa (2003) e Andrade (2010). A consideração desses autores é a de que, enquanto o laboratório tradicional apresenta caráter altamente estruturado, o divergente apresenta caráter semiestruturado. Isto porque, no laboratório didático divergente o aluno tem a liberdade de escolher experiências de acordo com seu interesse. Desta forma, cabe ao professor estabelecer um cronograma comum que será seguido até que todos os alunos adquiram conhecimento e habilidades experimentais. A partir disso, o aluno poderá adotar o seu procedimento experimental. O professor, portanto, não oferecerá instruções pré-determinadas, mas atuará como um orientador/legitimador da prática uma vez que orienta os alunos na execução do experimento e valida às medidas obtidas.

Para Pinho Alves (2000), nesse tipo de laboratório, a ênfase não consiste na verificação e comprovação de leis e conceitos trabalhados no laboratório didático tradicional. No laboratório didático divergente, o aluno tem a oportunidade de trabalhar com sistemas físicos reais, tendo a liberdade de decidir sobre o procedimento experimental a ser adotado para a resolução de problemas cujas respostas não são conhecidas.

O laboratório didático divergente pode ser dividido em duas etapas segundo Rosa (2003). A primeira delas, denominada de “exercícios”, tem como objetivo o desenvolvimento de habilidades práticas que permitirão aos alunos o levantamento e a comprovação de hipóteses. Nesta etapa, o professor proporciona o detalhamento da metodologia utilizada a fim de que os estudantes se familiarizem com os instrumentos e técnicas que permitirão a obtenção de medidas experimentais. Na segunda etapa, chamada de “experimentação”, os alunos manipulam os instrumentos de medidas e fazem o levantamento de hipóteses de acordo com os objetivos pré-estabelecidos. Nesta etapa, segundo Andrade (2010), os alunos buscam as medidas que comprovarão as hipóteses levantadas e, desta forma, desenvolvem o método científico. Para esse mesmo autor, este tipo de laboratório confere ao aluno uma maior autonomia, pois além de ter a liberdade de escolher o procedimento experimental, de realizar as medidas, conta com um espaço no qual pode discutir e argumentar com o professor acerca de tudo o que foi realizado, inclusive as hipóteses levantadas. O aluno assume o papel de

executor da ação, diferentemente do laboratório didático tradicional no qual assume o papel de reprodutor das orientações do professor, bem como do que é prescrito nos manuais.

Por fim, Andrade (2010) assinala que a visão que se tem acerca da ciência neste tipo de laboratório é cientificista, pois apesar do aluno ter autonomia, ele deve percorrer duas etapas preestabelecidas, a do “exercício” e da “experimentação” e, ao final, “a aprendizagem se estabelece em torno da mesma ciência neutra e infalível apresentada no laboratório didático tradicional” (p. 63).

#### **1.3.4. Laboratório Didático de Projetos**

O laboratório de projetos, segundo Pinho Alves (2000) geralmente está relacionado ao treinamento de uma futura profissão. O seu uso tem como objetivo a realização de ensaios experimentais e não o aprendizado de conceitos ou princípios físicos, nem de técnicas específicas. Este tipo de laboratório apresenta considerável infraestrutura.

Para que o laboratório de projetos contribua para formação do aluno, este já deve ter se exercitado no laboratório tradicional e divergente:

O laboratório de projetos, via de regra, é oferecido aos estudantes nos últimos estágios do curso de formação, pois é necessário que o aluno tenha passado por um treinamento anterior em laboratórios do tipo tradicional ou divergente. É necessário que domine técnicas de medidas, planejamento e procedimentos experimentais e também tenha domínio de conteúdo. Pois não é objetivo deste espaço o aprendizado de conceitos ou princípios físicos, nem de técnicas específicas. Em suma, este laboratório tem como objetivo um ensaio experimental novo que, em última instância, oportunizaria um relatório experimental próximo a um artigo a ser publicado (PINHO ALVES, 2000, p. 176).

De acordo com Andrade (2000), no laboratório didático de projetos o aluno assume o papel de executor, pois cabe a ele desenvolver técnicas para efetuar medições e conceber um ensaio experimental. Entretanto, o aluno ainda necessita de orientações do professor o que confere a este enfoque laboratorial o caráter semiestruturado e quanto à visão que se tem da ciência, é uma visão cientificista. Além disso, o laboratório didático de projetos permite treinar o aluno para atuar em profissões que exijam conhecimentos técnicos. Para isto, geralmente, envolve alto custo e deve conter equipamentos variados.

#### **1.3.5. Laboratório Didático Biblioteca**

O laboratório didático biblioteca de acordo com Pinho Alves (2000) que se compara aos livros de uma biblioteca, apresenta vários experimentos de rápida execução, de fácil manuseio, permanentemente montados à disposição dos alunos. Neste sentido, esse tipo



de laboratório tem como objetivo o de ensinar habilidades experimentais. Para isso, segundo Pinho Alves (2000) e Andrade (2010), utilizam-se roteiros que exigem um número reduzido de medidas experimentais para que um maior número de experimentos seja realizado ao longo de todo o curso. Estes roteiros conferem a este tipo de laboratório o caráter de estruturado, que é pouco flexível, e o professor assume o papel de legitimador das práticas experimentais que proporcionam uma visão cientificista da ciência. Como objetivo final desta abordagem, tem-se a elaboração do relatório experimental. Assim, todo o percurso é realizado pelo aluno e espera-se que desenvolva habilidades práticas.

### **1.3.6. Laboratório Didático de Redescoberta**

O laboratório didático de redescoberta é assim denominado, segundo Andrade (2010), porque pretende conferir ao aluno a habilidade de redescobrir os passos dados pelos cientistas na formulação de teorias e leis. Desta forma, cabe ao aluno assumir o papel de cientista para a verificação e comprovação de leis e teorias sob a orientação do professor.

Este enfoque de laboratório, de acordo com esse autor, coloca o aluno em contato com as dificuldades enfrentadas pelos cientistas no desenvolvimento da ciência. Essa interação torna-se uma boa oportunidade para a discussão de aspectos culturais, sociais e políticos que determinam o fazer ciência, além de permitir o reconhecimento da não neutralidade da ciência. Entretanto, Andrade (2010) salienta:

Apesar da possibilidade de se utilizar esta abordagem laboratorial para demonstrar ao aluno a não neutralidade da ciência, esta toma um caráter cientificista, pois o aluno não participa da negociação do saber, sendo da mesma forma que nas demais abordagens, submisso a ciência, além do que o cerne da experimentação está em apresentar o método científico que irá levá-lo à verificação/comprovação de uma lei ou teoria (p. 69).

Para Rosa (2003), o laboratório didático de redescoberta pode assumir o caráter estruturado do laboratório didático tradicional se não forem oferecidas condições mínimas necessárias para que a descoberta de fato ocorra, pois se os objetivos pretendidos não forem atingidos, tais práticas ficam comprometidas e o processo pode se tornar frustrante para o aluno e para o professor.

### **1.3.7. Laboratório Didático de “Fading”**

O laboratório de “fading”, segundo Pinho Alves (2000), tem como ponto de partida o laboratório didático tradicional que faz uso de roteiro extremamente estruturado e rígido. A proposta do laboratório de “fading” é evolutiva na medida em que ao longo do

processo de ensino, a quantidade de informações dos roteiros vai diminuindo lentamente até que o aluno tenha condições de escolher propostas experimentais assim como ocorre no laboratório didático de projetos. Neste percurso, inicialmente, o aluno passa por algumas etapas que incluem a imitação ou reprodução de procedimentos anteriormente adotados. Posteriormente, quando as informações dos roteiros são abstraídas, o aluno é desafiado a planejar o procedimento experimental e para isso conta com orientações do professor. Por fim, o aluno propõe o experimento e todos os passos para a sua realização de acordo com os equipamentos disponíveis.

Nesta proposta, para Pinho Alves (2000), o papel assumido pelo aluno é o de executor, entretanto sua esfera de ação evolui quando, em um primeiro momento, se submete a um roteiro e, em um segundo momento, tem-se a liberdade de proposição. Os objetivos do laboratório “fading” contemplam, inicialmente, a verificação e comprovação de leis e teorias e o ensino do método experimental e terminam com a proposição do procedimento experimental. Neste processo, o papel assumido pelo professor é múltiplo, pois além de ser um legitimador dos resultados colhidos pelos alunos ao efetuarem as medidas pertinentes, também assume o papel de orientador na escolha do experimento a ser utilizado.

### **1.3.8. Laboratório Didático Prateleira de Demonstrações**

Conforme é descrito por Pinho Alves (2000), o laboratório Prateleira de Demonstrações surgiu no Instituto de Física da Universidade de São Paulo na década de 1970. Ele possui duplo objetivo, o de apoiar os professores de física teórica na realização de demonstrações experimentais em sala de aula e o de permitir que os alunos realizem pequenos projetos experimentais e experimentos extras. Assim, neste tipo de proposta, as demonstrações envolvem experiências geralmente qualitativas que mostram a base experimental da Física e englobam, problemas teóricos, verificação da validade de uma lei, simulação de experiências de importância histórica para o desenvolvimento da Física, etc.

### **1.3.9. Laboratório Didático Circulante**

O laboratório circulante, conforme Pinho Alves (2000), retoma a ideia do laboratório didático biblioteca, conferindo-lhe um caráter circulante. Ele se caracteriza por um conjunto de experimentos simples, de fácil manuseio que podem ser removidos e transportados para outros lugares, ou seja, neste caso, têm-se os “kits experimentais” transportáveis. Tais kits se encontram à disposição dos alunos em uma sala como uma espécie

de biblioteca. Eles podem ser retirados e levados pelos alunos para casa a fim de realizarem o experimento e, após o uso, são devolvidos com a apresentação de um relatório.

Segundo ainda Pinho Alves (2000), o laboratório circulante confere ao aluno ampla liberdade de ação e lhes proporciona iniciativa, análise e crítica e o desenvolvimento de habilidades experimentais. Os experimentos propostos servem ao estudo de leis básicas e fenômenos simples.

#### **1.3.10. Laboratório Didático com Ênfase na Estrutura do Experimento**

O laboratório didático com ênfase na estrutura do experimento tem essa denominação porque privilegia “a identificação das diversas partes que compõem esse experimento, a descrição das funções de cada parte, bem como das relações funcionais entre essas partes” (ROSA, 2003, p. 21-22). Esta ênfase propicia ao aluno, de acordo com esse mesmo autor, o desenvolvimento de habilidades práticas como o manuseio do aparelho, a identificação da estrutura do experimento, bem como o aprendizado dos conteúdos trabalhados em sala de aula.

Esta proposta assume, segundo Andrade (2010), o caráter não estruturado, pois o aluno não se serve de nenhum roteiro para a realização do experimento. Neste tipo de laboratório, o aluno assume o papel de executor e ao professor cabe orientar os alunos no decorrer da execução do procedimento experimental.

#### **1.3.11. Laboratório Didático sob Enfoque Epistemológico**

No laboratório didático sob enfoque epistemológico, segundo Rosa (2003), a ênfase recai no estabelecimento de conexões entre eventos, fatos e teorias e não na verificação pura e simples de uma lei ou teoria. Nesta abordagem, a identificação da natureza do conhecimento e o entendimento de como ele é produzido experimentalmente são metas a serem atingidas pelo aluno.

Para Andrade (2010), este tipo de laboratório se assemelha ao laboratório com ênfase na estrutura do experimento, pois ambos são caracterizados pela natureza não estruturada do experimento. Neles, o aluno possui liberdade na escolha do experimento e do procedimento experimental que lhe permitirão estabelecer as conexões teóricas que envolvem a experimentação. Neste processo, o professor deve fornecer orientações para que o aluno atinja os objetivos pretendidos. Além disso, nesta abordagem, prevalece a visão cientificista da ciência.

### **1.3.12. Laboratório Didático Investigativo**

Na compreensão de Andrade (2010), o laboratório didático investigativo, diferentemente dos laboratórios didáticos apresentados, tem como pressuposto o construtivismo. Nesta perspectiva, as atividades experimentais se constituem em tarefas investigativas, guiadas por fenômenos didáticos. Os alunos, por sua vez, trabalham de forma coletiva, compartilhando um mesmo fenômeno e, desta forma, é estabelecido um ambiente no qual a interação entre alunos e professores se intensifica. Nesta abordagem de laboratório, os alunos executam as atividades a partir de suas próprias concepções e métodos de procedimentos. Cabem a eles o levantamento de hipóteses, a escolha do procedimento experimental e a realização das medidas. Neste processo, o professor tem a função de auxiliar os alunos na exploração dos fenômenos didáticos, assumindo o papel de mediador do conhecimento. Nesta perspectiva, busca-se centrar o ensino no aluno e não no professor que é geralmente visto como aquele que detém o conhecimento.

No laboratório didático investigativo, conforme assinala Andrade (2010), as atividades são caracterizadas pelo caráter aberto ou semiestruturado. O aluno tem uma participação mais ativa, pois ele tem liberdade de planejar e executar a atividade experimental.

Segundo Pinho Alves (2000), atividades experimentais com enfoque construtivista permitem uma participação mais efetiva por parte do aluno.

Um processo de ensino que se inspire na concepção construtivista, não terá como justificar um papel passivo do estudante quando da realização de uma atividade experimental. [...] No entanto, sua participação ativa, deve ser entendida não apenas quando é exigida alguma tarefa motora, mas também no processo de negociação do saber. A possibilidade de agir no processo de negociação do saber é a característica mais importante dentro de uma visão construtivista (p. 266).

## **1.4. Tipos de Atividades Experimentais**

As diferentes concepções, abordagens e enfoques na escolha da atividade experimental a ser utilizada são discutidas por Andrade (2010), Araújo e Abib (2003), Oliveira (2010) e Pinho Alves (2000). Para Pinho Alves (2000), a classificação das atividades tem como objetivo facilitar a escolha daquela que melhor se adapte aos diferentes momentos do processo de ensino aprendizagem. Nessa seção, é apresentada uma revisão das principais classes discutidas por esses autores. Devido ao grande número de classes existentes e por

serem as que mais são encontradas na literatura, neste trabalho foram consideradas apenas as atividades de demonstração, verificação e investigação. Por esse motivo, foi dada maior ênfase à descrição das mesmas.

#### **1.4.1. Atividade Experimental Histórica**

Nesta atividade faz-se uso de relatos históricos que remetem a experimentos realizados pelos cientistas para o estabelecimento de uma teoria. Nesta abordagem vincula-se o experimento com o contexto que o gerou. Desta forma, a compreensão do fenômeno em estudo pode se tornar mais abrangente à medida que os aspectos históricos passam a ser considerados, permitindo ao aluno entender que as teorias científicas são construídas a partir de um determinado contexto no qual aspectos humanos, históricos e sociais subjazem tais teorias.

#### **1.4.2. Atividade Experimental de Compartilhamento**

Esta atividade experimental tem como meta levar os alunos a verem determinada situação sob uma mesma perspectiva. Isto significa que, ao final do processo experimental, todos compartilham o mesmo conhecimento científico, daí o nome de atividade experimental de compartilhamento.

#### **1.4.3. Atividade Experimental Modelizadora**

Nesta atividade a ênfase recai nos modelos físicos que são uma tentativa de explicar determinados fenômenos físicos. As atividades experimentais sob este enfoque têm como objetivo verificar a relação entre um fenômeno físico e algum modelo matemático, por exemplo. Tal proposta tem a sua relevância na medida em que permite ao aluno entender que os modelos adotados não são uma cópia fiel da realidade, mas uma possibilidade de explicação de determinado comportamento da natureza.

#### **1.4.4. Atividade Experimental Conflitiva**

As atividades experimentais conflitivas visam à mudança conceitual. Isto porque, geralmente, os alunos trazem consigo concepções, denominadas de espontâneas, sobre determinado fenômeno. Desta forma, tais atividades visam criar conflitos cognitivos entre as concepções espontâneas dos alunos e o conhecimento cientificamente estabelecido sobre determinado fenômeno. Ao final desta abordagem, pretende-se que haja uma mudança conceitual por parte do aluno.

#### **1.4.5. Atividade Experimental Crítica**

A atividade experimental crítica tem como objetivo estabelecer de forma mais clara possível os conceitos relacionados ao experimento. Portanto, nesta abordagem construtivista, espera-se que o aluno seja capaz de identificar as diferenças entre grandezas, como, por exemplo, a diferença entre calor e temperatura.

#### **1.4.6. Atividade Experimental de Comprovação**

Atividades desta natureza têm como meta a comprovação de leis e teorias e a prática do método científico. Nesta atividade, o aluno tem a liberdade de escolher qual procedimento irá adotar, uma vez que não se faz o uso de roteiros. Como exemplo deste tipo de abordagem, pode-se citar a obtenção, pelo aluno, do valor do índice de refração de determinado vidro, por exemplo.

#### **1.4.7. Atividade Experimental de Simulação**

Este tipo de atividade permite o estudo de fenômenos físicos a partir do uso de simuladores. Para isso, utilizam-se equipamentos de informática e softwares computacionais que permitem a interação do aluno com o fenômeno físico simulado a partir da modificação de variáveis. Esta proposta flexibiliza o estudo de fenômenos físicos simples e complexos. A utilização de simuladores para o estudo de lançamento oblíquo, por exemplo, pertence a esta categoria de atividades experimentais.

#### **1.4.8. Atividades de Demonstração**

São atividades cuja ênfase recai na possibilidade de demonstrar ou ilustrar alguns aspectos do fenômeno físico em estudo, tornando-os de alguma forma perceptíveis e com possibilidade de propiciar aos estudantes a elaboração de representações concretas referenciadas.

Assim, na linha de proposta de atividades de demonstração encontram-se autores que salientam justamente a importância dessas atividades para ilustrar e tornar menos abstratos os conceitos físicos abordados. Para isto, podem-se levar em consideração as concepções dos alunos em direção ao conhecimento que é cientificamente aceito. Além disso, atividades demonstrativas podem levar os educandos a generalizar o comportamento dos sistemas observados para outras situações em que estes mesmos fenômenos estejam presentes.

Nesta abordagem, as atividades experimentais estão centradas no professor que é responsável pela sua execução, cabendo aos alunos, principalmente, a observação dos

fenômenos ocorridos. Nesta perspectiva, o aluno assume o papel de expectador e o professor, o papel de executor da atividade experimental.

O uso de atividades de demonstração também é defendido no processo de formação docente para qualificação do professor de forma que os aspectos conceituais a serem trabalhados sejam potencializados pelo experimento. Assim, a formação dos professores deve englobar o projeto e o uso de materiais de demonstração, capacitando-os a contornar os problemas de falta de recursos e principalmente eliminar o despreparo verificado entre professores quanto uso de atividades experimentais.

#### **1.4.9. Atividades de Verificação**

Este tipo de atividade tem como objetivo a verificação ou comprovação de alguma lei ou teoria física. As atividades de verificação proporcionam ao aluno “ver na prática” o que acontece na teoria, permitindo-lhe um envolvimento, embora limitado, a partir do uso de procedimentos experimentais, oral ou escrito, fornecidos pelo professor. Nesta perspectiva, os resultados são facilmente previsíveis e as explicações para os fenômenos geralmente são conhecidas pelos alunos. Este tipo de atividade também pode permitir a interpretação de parâmetros que determinam o comportamento dos fenômenos em estudo e a extrapolação dos resultados obtidos para novas situações. O uso de tais atividades também pode servir como um fator de motivação para o aprendizado bem como pode tornar o ensino mais realista e palpável, podendo levar o aluno a aprender técnicas e a manusear equipamentos.

Outras vantagens é que esta abordagem não demanda muito tempo em seu preparo e execução. Ela é mais fácil de ser supervisionada e de ser avaliada e quando problemas ocorrem durante a execução do experimento, soluções podem facilmente ser apresentadas e, caso problemas não ocorram, há uma maior probabilidade de acerto. Por fim, elas podem ser mais adequadas quando os alunos não estão familiarizados com a realização de aulas experimentais.

Geralmente atividades de verificação são realizadas após a explanação do conteúdo e sua aplicação pode se tornar mais eficiente quando os alunos tem a oportunidade de relatar os fenômenos observados e suas respectivas explicações científicas, oportunizando, desta forma, o desenvolvimento da capacidade do aluno de expressar a relação entre teoria e prática. Além disso, a modificação de parâmetros pode proporcionar um ambiente de discussão no qual os alunos terão a oportunidade de sugerir possíveis explicações e a discussão de possíveis divergências.

#### **1.4.10. Atividades de Investigação**

Atividades desta categoria possuem, conforme o próprio nome indica, caráter investigativo, ou seja, são atividades que permitem ao aluno uma participação mais efetiva em todas as etapas do processo que envolve desde a interpretação do problema até a apresentação de possível solução para ele. Neste processo, segundo Oliveira (2010), o aluno é desafiado a refletir e a tomar decisões para alcançar o objetivo pretendido. Neste sentido, o aluno não dispõe de procedimentos pré-estabelecidos para chegar a uma solução mais ou menos imediata; ao contrário, cabe a ele estabelecer a sequência de passos que irá seguir através de um processo de reflexão e tomada de decisões.

Segundo ainda esta pesquisadora, as atividades investigativas têm contribuído para o desenvolvimento de aspectos fundamentais para a educação científica através do desenvolvimento no educando de habilidades como, por exemplo, de observação, formulação, teste e discussão. Como tais atividades são de caráter mais aberto, elas não fazem uso de roteiros fechados que forneçam poucas possibilidades de intervenção e/ou modificação por parte dos alunos ao longo de todas as etapas do procedimento experimental. Por isso, frequentemente exigem um tempo maior de estudo, uma vez que envolvem uma série de etapas a serem desenvolvidas pelos estudantes e um maior planejamento por parte do professor e um maior tempo para serem realizadas.

A atuação do professor neste tipo de atividade consiste na mediação entre o grupo de alunos e a atividade que está sendo realizada, fornecendo intervenções quando há indecisões, falta de clareza ou consenso. Neste processo, ele tem a oportunidade de auxiliar os alunos na busca das explicações causais, negociar estratégias para busca das soluções para o problema, questionar as ideias dos alunos e incentivar a criatividade em todas as etapas da atividade.

Nas atividades investigativas os conteúdos podem ser trabalhados no próprio contexto da atividade, não havendo uma dependência direta dos conteúdos abordados previamente em aula expositiva. Nesse sentido, a realização das etapas de execução do experimento pode vir antes de qualquer abordagem dos conteúdos correlacionados à atividade, de tal forma que os resultados não sejam totalmente previsíveis, nem as respostas conhecidas de antemão. Desta forma, haverá um ambiente no qual os alunos serão de fato instigados a refletir, questionar, argumentar sobre os fenômenos e conteúdos científicos.



Nesta categoria também fazem parte, segundo Araújo e Abib (2003), atividades demonstrativas abertas que possibilitam o levantamento de hipóteses e o incentivo à reflexão crítica, ou seja, atividades que apresentam maior abertura e flexibilidade para discussões.

## **1.5. Objetivos do Laboratório Didático**

Os objetivos associados ao laboratório didático também têm sido discutidos por diversos pesquisadores (ANDRADE, 2010; BORGES, 2002; GALIAZZI, 2001; HODSON (1994); TRUMPER, 2003; SOARES & BORGES, 2010). Para Trumper (2003), os objetivos a serem alcançados pelas atividades laboratoriais englobam a aprendizagem de habilidades práticas, como o manuseio de aparelhos; a aprendizagem de conceitos, leis e princípios; a compreensão da natureza da ciência; e a valorização de atitudes como curiosidade, objetividade, precisão e cooperação em trabalho de equipe.

Nesta mesma perspectiva, os objetivos associados ao laboratório didático para Oliveira (2010) podem ser: motivar e despertar a atenção do aluno; desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo; desenvolver a iniciativa pessoal e a tomada de decisão; estimular a criatividade; aprimorar a capacidade de observação e registro de informações; aprender a analisar dados e propor hipóteses para os fenômenos; aprender conceitos científicos; detectar e corrigir erros conceituais dos alunos; compreender a natureza da ciência e o papel do cientista em uma investigação; compreender as relações entre ciência, tecnologia e sociedade e aprimorar habilidades manipulativas.

Hodson (1994) agrupou os objetivos em cinco categorias gerais: 1 - motivar mediante a estimulação do interesse e da diversão; 2 – ensinar as técnicas de laboratório; 3 – para intensificar a aprendizagem dos conhecimentos científicos; 4 – proporcionar uma ideia sobre o método científico e desenvolver habilidades em sua utilização; 5 – desenvolver determinadas atitudes científicas, tais como a consideração com as ideias e sugestões de outras pessoas, a objetividade e a boa disposição para não emitir juízos apressados.

Neste trabalho serão considerados os objetivos conforme definidos por Borges (2002) e Andrade (2010). Para eles, os objetivos associados às atividades experimentais são os seguintes:

### **1.5.1. Verificar/comprovar leis e teorias científicas**

As atividades experimentais que têm como objetivo verificar/comprovar leis e teorias científicas são aquelas nas quais os resultados previstos pela teoria devem ser

alcançados. A atividade experimental é realizada após a explanação do fenômeno em estudo e o aluno faz uso de procedimentos experimentais fornecidos pelo professor que lhe permitirão atingir os resultados previamente conhecidos e desejados. Para isso, a atividade deve ser bem planejada e desenvolvida de tal forma que nenhum tipo de erro venha a ocorrer e que o resultado a ser alcançado seja obtido com sucesso. Assim, por meio deste objetivo, acredita-se que ao aluno é dada a oportunidade de verificar na prática o que aprendeu na teoria.

### **1.5.2. Ensinar o método científico**

Com este objetivo, pretende-se que o aluno aprenda sobre o método científico e a natureza da ciência. Entretanto, na busca para atingir tal objetivo, corre-se o risco de se produzir uma visão equivocada de como a ciência se desenvolve. Muitas vezes, há a ideia subjacente de que para se alcançar os mesmos resultados obtidos pelos cientistas, basta seguir rigorosamente uma sequência de etapas. Desta forma, o fazer ciência é concebido como o descobrimento de leis através do uso de um método científico, ou seja, o cientista escolhe o fenômeno que deseja investigar e, então, aplica o método científico.

Os cientistas utilizam métodos, mas isso não significa que haja um método científico que determine exatamente como fazer para produzir conhecimento. O laboratório pode proporcionar excelentes oportunidades para que os estudantes testem suas próprias hipóteses sobre fenômenos particulares, para que planejem suas ações, e as executem, de forma a produzir resultados dignos de confiança. Para que isso seja efetivo, deve-se programar atividades de explicitação dessas hipóteses antes da realização das atividades. Faz-se também necessário que os professores enfatizem as diferenças entre os experimentos realizados no laboratório escolar, com fins pedagógicos, e a investigação empírica realizada por cientistas (BORGES, 2002, p. 18).

### **1.5.3. Facilitar a aprendizagem e compreensão de conceitos**

As atividades experimentais que visam à concretização deste objetivo devem ser realizadas de tal forma que a aprendizagem dos conceitos seja de fato potencializada pelo experimento. Este objetivo requer um bom planejamento para que os aspectos que se pretendem abordar sobressaiam no desenvolvimento da atividade a fim de que o aluno se envolva com o conceito em estudo.

Para as atividades experimentais que contemplam este objetivo, recomendam-se discussões com o intuito de se levantar as concepções espontâneas dos alunos a fim de que o professor conduza a atividade de forma que o aprendizado do conceito seja alcançado pelo aluno.

#### **1.5.4. Ensinar habilidades práticas**

Na realização de práticas experimentais, pode-se priorizar, por exemplo, o ensino de habilidades práticas e técnicas de laboratórios. Neste caso, as atividades experimentais devem permitir o desenvolvimento de habilidades que envolvem a manipulação de equipamentos tais como: o uso de equipamentos e instrumentos específicos, a obtenção de medidas e a realização de pequenas montagens. É desejável também que o aluno tenha a oportunidade de validar ou não as medidas efetuadas por meio da repetição de procedimentos para aumentar a confiabilidade dos resultados alcançados.

Atividades experimentais que visam atingir este objetivo devem ser organizadas considerando o conhecimento já possuído pelos alunos. Caso os alunos não tenham conhecimento do equipamento, o uso de roteiros fornecidos pelo professor pode tornar-se mais adequando. Caso contrário, o uso de manuais técnicos pelos alunos será aconselhável.

#### **1.5.5. Explorar fenômenos**

A exploração de fenômenos está relacionada com atividades experimentais que levam em consideração os pressupostos construtivistas. Nesta perspectiva, as atividades experimentais se configuram a partir da experiência cotidiana do aluno em direção ao conhecimento que é cientificamente aceito. Para isso, as concepções espontâneas que os alunos têm em relação ao fenômeno em estudo são consideradas e a exploração do fenômeno se faz mediante interações entre todos os envolvidos por meio do levantamento de hipóteses, coleta de dados e discussão dos resultados obtidos.

A exploração de fenômenos por meio de práticas experimentais pode permitir que aspectos ligados à cultura da ciência sejam considerados, possibilitando ao aluno o entendimento de como a ciência é construída.

## Capítulo 2

### Procedimentos Metodológicos

Neste capítulo é apresentada a metodologia utilizada neste trabalho. Em primeiro lugar, será apresentada, de forma sucinta, uma discussão sobre as pesquisas a partir do ponto de vista quantitativo e qualitativo. Em seguida serão descritas e discutidas algumas características de pesquisa denominada estado da arte e serão apresentados alguns exemplos deste tipo de pesquisa encontrados na literatura especializada. Por fim, seguem os procedimentos metodológicos que foram utilizados na realização deste trabalho. Estes englobam, em primeiro lugar, um mapeamento de artigos que enfocam a experimentação em Mecânica e, em segundo lugar, um agrupamento e discussão destes em função de algumas categorias que definem as atividades experimentais em termos de propostas experimentais e recursos didáticos.

#### 2.1. Pesquisas Qualitativas e Quantitativas

Segundo Compomar (1991), nas pesquisas de uma forma geral, em qualquer área do conhecimento podem ser utilizadas abordagens denominadas de qualitativas e quantitativas. Nesta perspectiva, vários autores como, por exemplo, Neves (1996), Moreira (2003) e Dalfovo *et al.* (2008), discutem estas abordagens, apresentando as principais características que definem cada uma delas.

Moreira (2003), enfocando as pesquisas em Educação, afirma que as diferenças entre elas decorrem da maneira como um mesmo fenômeno é abordado, ou seja, a natureza dos procedimentos adotados em cada uma delas é distinta. Desta forma, nas pesquisas quantitativas os fenômenos são estudados principalmente a partir de medições objetivas e análise de cunho quantitativo. Nela, o pesquisador “faz uso de instrumentos de medida (e.g., testes, questionários), seleciona amostras, aplica tratamentos, procura correlações, faz inferências, usa testes estatísticos, busca validade interna e externa.” (p. 24). Ainda para ele, na abordagem qualitativa, o pesquisador faz uso principalmente da narrativa, privilegiando os procedimentos adotados em detrimento dos resultados. Neste caso, o pesquisador também trabalha com dados e pode fazer uso da estatística que, neste caso, é descritiva. O pesquisador qualitativo

observa participativamente, de dentro do ambiente estudado, imerso no fenômeno de interesse, anotando cuidadosamente tudo o que acontece nesse ambiente, registrando eventos – talvez através de audiotapes ou de videotapes -- coletando documentos tais como trabalhos de alunos, materiais distribuídos pelo professor, ocupa-se não de uma amostra no sentido quantitativo, mas de grupos ou indivíduos em particular, de casos específicos, procurando escrutinar exaustivamente determinada instância tentando descobrir o que há de único nela e o que pode ser generalizado a situações similares (p. 24).

Ainda segundo Moreira (2003), as diferenças entre estas duas abordagens reside também na forma como a realidade é vista pelo pesquisador. Na abordagem quantitativa, a realidade é tida como objetiva e independente, que será descoberta através da pesquisa. Na abordagem qualitativa, a realidade é essencialmente construída, não existindo de forma independente, ou seja, o que existe depende da mente humana.

As diferenças entre pesquisa quantitativa e qualitativa também foram consideradas por Neves (1996). Segundo ele, nas pesquisas quantitativas, geralmente, a partir de hipóteses previamente delineadas, estabelece-se um plano de trabalho que é seguido rigorosamente. Nas pesquisas de cunho qualitativo, diferentemente da quantitativa, o pesquisador procura entender os fenômenos a partir da ótica dos participantes da situação estudada por meio do contato direto e interativo com o objeto em estudo.

Procurando diferenciá-las, Dalfovo *et al.* (2008) afirmam que a pesquisa qualitativa, por ser essencialmente descritiva, possibilita ao pesquisador a obtenção de informações que não são expressas em números e, quando estes existem para efeito de análise, sua função é pouco relevante. A pesquisa quantitativa, por sua vez, possibilita a coleta de dados expressos em números que permitem verificar a validade ou não de uma hipótese previamente estabelecida. Para isso, os dados obtidos são analisados a partir de tratamento estatístico ou de outras técnicas matemáticas.

Levando em consideração à investigação qualitativa, Bogdan e Biklen (1982), afirmaram que sob este epíteto se enquadram diversos tipos de pesquisas por partilharem determinadas características.

Os dados recolhidos são designados por qualitativos, o que significa ricos em pormenores descritivos relativamente a pessoas, locais e conversas, de complexo tratamento estatístico. As questões a investigar não se estabelecem mediante operacionalização de variáveis, sendo, outrossim, formuladas com o objetivo de investigar os fenômenos em toda a sua complexidade e em contexto natural. Ainda que os indivíduos que fazem investigação qualitativa possam vir a selecionar questões específicas à medida que recolhem os dados, a abordagem à investigação não é feita com o objetivo de responder a questões prévias ou de testar hipóteses. Privilegiam, essencialmente, a compreensão dos comportamentos a partir da perspectiva dos sujeitos da investigação (p. 16).

Segundo esses autores, as pesquisas qualitativas apresentam cinco características que, em maior ou menor grau, definem este tipo de abordagem. São elas:

- O ambiente natural constitui-se em fonte direta de dados para o pesquisador, sendo este seu instrumento principal;
- Essencialmente descritiva porque trabalha com dados em forma de palavras ou imagens ao invés de números;
- Há um maior interesse por parte do pesquisador pelo processo do que pelos resultados obtidos;
- A análise dos dados é feita de forma indutiva;
- A interpretação que as pessoas dão às suas experiências de vida é de suma importância para o pesquisador.

De acordo com esses autores, nas pesquisas quantitativas a análise dos dados que são essencialmente números, dá-se por meio de procedimentos matemáticos e a posterior conclusão desta análise remete a aspectos mensuráveis, matematicamente falando. Diferentemente desta perspectiva, as pesquisas qualitativas são essencialmente descritivas nas quais os dados coletados, que são narrativas, advêm do ambiente natural a ser pesquisado.

## **2.2. Pesquisas Denominadas Estado da Arte**

Como investigação qualitativa, o trabalho aqui proposto é resultado de uma pesquisa bibliográfica, identificada como estado da arte, cujo objetivo, conforme assinala Ferreira (2002), reside no levantamento da produção acadêmica sobre determinado assunto em certo período de tempo de forma a melhor compreender os aspectos que estão sendo considerados e privilegiados e os rumos que tais produções acadêmicas estão tomando.

A respeito deste tipo de pesquisa, Guimarães (2011) afirma que ela visa à realização de “um balanço das respectivas áreas de conhecimento, com a finalidade de diagnosticar temas relevantes, emergentes e recorrentes. Indica os tipos de pesquisa, organiza as informações existentes bem como localiza as lacunas existentes” (p. 93).

Para Ferreira (2002), este tipo de pesquisa tem crescido nos últimos anos devido ao fortalecimento da produção acadêmica em diferentes programas de pós-graduação.

Nos últimos quinze anos tem se produzido um conjunto significativo de pesquisas conhecidas pela denominação “estado da arte” ou “estado do conhecimento”. Definidas como de caráter bibliográfico, elas parecem trazer em comum o desafio de mapear e de discutir uma certa produção acadêmica em diferentes campos do conhecimento, tentando responder que aspectos e dimensões vêm sendo destacados

e privilegiados em diferentes épocas e lugares, de que formas e em que condições têm sido produzidas certas dissertações de mestrado, teses de doutorado, publicações em periódicos e comunicações em anais de congressos e de seminários (p. 258).

Em função deste crescimento, as abordagens se diversificam dependendo da área de pesquisa. Salem e Kawamura (2009) salientam que há pelo menos três abordagens bem definidas neste tipo de pesquisa: a histórico-social, que busca resgatar aspectos históricos e sociais; a abordagem teórico-metodológica ou conceitual cuja investigação focaliza os aspectos metodológicos e conceituais; e a abordagem temática, que privilegia determinado foco temático de uma determinada área do conhecimento. Para essas pesquisadoras, as pesquisas como o estado da arte não resultam em um perfil único, visto que o crescimento quer qualitativo ou quantitativo de qualquer área de crescimento evolve um processo no qual novos conteúdos, novos enfoques, novas abordagens se estabelecem e se transformam o que dificulta a identificação de suas fronteiras.

Para que este tipo de pesquisa se efetive, Ferreira (2002) aponta dois momentos distintos. Segundo ela, em um primeiro momento, o pesquisador do estado da arte trabalha com dados bibliográficos de uma determinada produção acadêmica, identificando-os e quantificando-os com o intuito de fazer um mapeamento temporalmente delimitado. Neste momento, o pesquisador tem condições de vislumbrar, por exemplo, o crescimento ou a redução do número de pesquisas sobre um determinado enfoque. Em um segundo momento, o pesquisador do estado da arte tem a possibilidade de sinalizar tendências, ênfases, perspectivas metodológicas e teóricas, etc. Neste momento, o pesquisador busca responder as seguintes perguntas: “quando”, “onde”, “quem”, “o quê” e “o como” (p. 265).

Como exemplo de pesquisa de estado da arte, pode-se citar a realizada por Guimarães (2011), cujo objetivo foi o de inventariar o conhecimento já elaborado sobre alfabetização no Brasil no período de 1944 a 2009 a partir da análise de dissertações de mestrado, teses de doutorado e artigos de cinco periódicos destacando os temas abordados, os referenciais teóricos e os gêneros das investigações. Nesse levantamento, a autora constatou que o conceito de alfabetização sofreu mudanças nos últimos setenta anos, sendo que ser alfabetizado, hoje, significa não apenas saber ler e escrever, mas significa, por meio da escrita, cultivar e exercer as práticas sociais.

Utilizando o ensino de Física como temática, Pena e Ribeiro (2009) empreenderam um mapeamento cujo objetivo foi o de investigar as dificuldades apresentadas por professores e pesquisadores quanto ao uso da experimentação no ensino de Física, a partir

de relatos de experiências pedagógicas publicadas em periódicos especializados. Assim, constataram que os principais obstáculos são a falta de pesquisa sobre o que os alunos realmente aprendem através da experimentação, o despreparo do professor na realização das atividades experimentais e condições de trabalho insuficientes no processo educativo.

Com um enfoque diverso, Cardoso e Takahashi (2011) discutiram o estado da arte sobre o uso da experimentação através da *internet* no ensino formal, ou seja, sobre o uso da experimentação remota. Para isso, analisaram trinta e um artigos de periódicos *Qualis A* nacionais e internacionais, entre os anos 2000 e 2009 com o propósito de avaliar o potencial pedagógico do laboratório remoto no ensino de Física. Não encontrando, porém relatos de pesquisa relacionados a essa temática, a conclusão a que chegaram foi a de que a experimentação remota associada ao ensino de Ciências é um campo novo e pouco explorado no Brasil e no mundo.

Sobre o uso das tecnologias computacionais no ensino de Física em nível médio e superior, Moreira *et al.* (2004) analisaram cento e nove artigos com o intuito de identificar as principais modalidades pedagógicas do seu uso e os tópicos de Física escolhidos como tema em artigos publicados pelas principais revistas da área, nacionais e internacionais, desde os anos noventa. Nesse levantamento, esses autores constataram que há uma grande concentração de trabalhos envolvendo simulações computacionais e uma forte predileção pela mecânica newtoniana. Além disso, constataram também que somente a metade desses artigos poderia ser classificada como de pesquisa em ensino de Física.

Levando em consideração ainda o ensino de Física no nível médio, Rezende *et al.* (2009) fizeram um mapeamento de trabalhos publicados em periódicos nacionais no período de 2000 a 2007. Os trabalhos foram analisados e classificados em diversas temáticas utilizadas nas últimas edições do Encontro de Pesquisa em Ensino de Física e do Simpósio Nacional de Ensino de Física. Em função desse mapeamento, eles certificaram que a produção acadêmica tem privilegiado a temática ensino-aprendizagem.

Já Araújo e Abib (2003) analisaram cento e seis artigos relacionados com a experimentação no ensino de Física entre 1992 e 2001 publicados em dois periódicos nacionais, a saber: Caderno Brasileiro de Ensino de Física e Revista Brasileira de Ensino de Física. Esta análise, em um primeiro momento, levou em consideração a área temática abordada (Mecânica, Ótica, Eletricidade e Magnetismo, Física Moderna, Calorimetria, Hidrodinâmica, Gases, Astronomia e Ondulatória) e, em um segundo momento, os aspectos



metodológicos contemplados pela atividade proposta foram considerados. Os resultados obtidos revelaram que a experimentação continua sendo tema de grande interesse dos pesquisadores, apresentando essa estratégia ampla gama de enfoques e finalidades para o ensino de Física.

Esses exemplos mostram que através das pesquisas de estado da arte podem ser definidas características que identificam determinada área do conhecimento. Além disso, conforme foi visto, tendências podem ser sinalizadas por esse tipo de pesquisa. Neste sentido, as pesquisas estado da arte permitem uma visão mais ampla do conhecimento produzido em determinada área.

### **2.3. Metodologia**

Seguindo a perspectiva do trabalho de Araújo e Abib (2003), mas com enfoque apenas em Mecânica, este trabalho, identificado como estado da arte, tem como objetivo investigar como as atividades experimentais relacionadas ao ensino de Mecânica são apresentadas nos artigos encontrados em duas revistas brasileiras especializadas na área de ensino de Física. Em particular, tem-se interesse em estudar como as propostas experimentais em Mecânica são apresentadas nestas revistas, identificando algumas de suas características através de um mapeamento que inclui os objetivos considerados pela proposta experimental, bem como e os recursos didáticos envolvidos nas mesmas, conforme apresentado na Introdução.

A escolha da Mecânica como foco deste trabalho reside no fato que, conforme constatado por Ostermann (2006), grande parte do ensino médio é destinada à Mecânica (cinemática e leis de Newton), sendo que, muitas vezes, quase toda a primeira série do ensino médio é destinada à cinemática. Além disso, a maior parte das atividades experimentais propostas em periódicos nacionais envolve este tema (ARAÚJO & ABIB, 2003). Segundo esses autores, no período de 1992 a 2001, há predomínio de trabalhos experimentais na área de Mecânica. Nesta análise eles mostraram que dos noventa e dois artigos publicados, 30,4% deles são voltados para o ensino da Mecânica. Para eles, isso pode ser considerado previsível, em virtude da vasta gama de possibilidades de temas que podem ser explorados nesta área e da importância com que esta é normalmente abordada nos cursos do ensino médio.

Considerando ainda à importância das atividades experimentais como ferramenta de ensino, Carlos *et al.* (2009) empreenderam uma análise de artigos que abordam a experimentação no ensino de Física em todas as todas as edições do Encontro Nacional de

Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). Assim, dos 31 trabalhos relacionados às atividades experimentais ao longo das seis edições do ENPEC, 32% deles abordam a experimentação em Mecânica, evidenciando o predomínio desse conteúdo.

Este trabalho foi elaborado a partir da análise de cento e dezenove artigos publicados na RBEF e no CBEF que abordam a experimentação em Mecânica no período compreendido entre o início das publicações e o primeiro semestre de 2013. Nesta análise foram considerados todos os artigos que enfocam o referido conteúdo e isto inclui os artigos relacionados à capacitação de professores bem como relacionados à pesquisa junto aos estudantes com o fim, por exemplo, de analisar as concepções espontâneas destes.

A RBEF surgiu em 1979, mas até 1991 se chamava Revista de Ensino de Física e o CBEF teve início em 1984, contudo, até 2001 se chamava Caderno Catarinense de Ensino de Física. Estes dois periódicos especializados na área de ensino de Física no Brasil foram escolhidos, conforme também é expresso por Moraes e Barbosa (2011), devido a sua importância na área de ensino de Física e na pesquisa em ensino de Física no Brasil. Também conforme expresso por Araújo e Abib (2003), eles trazem artigos procedentes de importantes instituições de ensino - daí sua expressividade - de diferentes estados, de diversos pesquisadores e de fácil acesso, permitindo, desta forma, um mapeamento mais amplo dos trabalhos que estão sendo desenvolvidos na área de ensino de Física. Sendo assim, segundo Bortoletto *et al.* (2007) “enfoques de pesquisa em ensino de Física podem ser delineados a partir da análise das pesquisas publicadas nos mesmos” (p. 3).

A RBEF é uma publicação trimestral da Sociedade Brasileira de Física cujo acesso é livre e tem como objetivo promover e divulgar a Física e as ciências afins, visando à melhoria do ensino de física em todos os níveis de ensino e contribuindo para a educação científica da sociedade como um todo. Os artigos publicados trazem aspectos teóricos e experimentais de Física, pesquisa em ensino, história e filosofia da Física e outros temas relevantes. Nesse sentido, ela se destina a pesquisadores, alunos de pós-graduação, professores de Física em todos os níveis, e a comunidade que atua na pesquisa e desenvolvimento de metodologia e materiais para o ensino no país<sup>2</sup>.

O CBEF, que é editado e publicado pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), é um periódico quadrimestral de acesso livre e destinado especialmente para professores de Física do ensino médio. O CBEF também é largamente usado em programas

---

<sup>2</sup> <http://www.sbfisica.org.br/rbef/ojs/index.php/rbef>. Acesso em 13 de outubro de 2013.

de pós-graduação em ensino de Ciências/Física e em cursos de formação de professores do nível médio. Ele visa à disseminação de experiências entre docentes e pesquisadores com o intuito de melhorar a qualidade do ensino de Física nas instituições formadoras de novos docentes e nas escolas onde esses docentes atuarão<sup>3</sup>.

A partir desta revisão bibliográfica, conforme foi mencionado anteriormente, este trabalho tem como objetivo geral investigar como as atividades experimentais propostas em Mecânica são apresentadas nestes dois periódicos. Essa investigação resulta de um mapeamento no qual as características das atividades experimentais são agrupadas e discutidas. Desta forma, características como a quantidade de artigos por ano, por exemplo, os objetivos pretendidos e os recursos didáticos envolvidos são considerados nesta análise.

Para alcançar tais objetivos, os trabalhos foram primeiramente selecionados levando em consideração a experimentação em Mecânica. Para isto, procurou-se verificar através do título do artigo se o mesmo considera a Mecânica na proposta experimental. Caso isto não fosse possível, recorria-se ao resumo da proposta apresentada no próprio artigo. Os artigos selecionados foram analisados a partir dos seguintes critérios.

### **Objetivo específico 1: Mapeamento dos trabalhos**

- **Número de artigos publicados:** Verificou-se o número de artigos publicados por ano e por década em cada periódico.
- **Número de instituições:** Nesta categoria foi verificado o número de instituições envolvidas nas publicações.
- **País de origem das instituições:** Neste caso procurou-se verificar o país de origem das instituições dos autores por meio da nacionalidade destas instituições.
- **Natureza das instituições:** Quanto à natureza das instituições, foi verificado se elas são públicas ou particulares a partir do nome delas figuradas nos artigos.
- **Número de autores:** O número de autores envolvidos em todas as publicações foi considerado. Verificou-se, então, a quantidade de autores de cada artigo analisado.
- **Região de origem das instituições brasileiras:** Para os autores brasileiros, foi verificada a localização por região das instituições brasileiras envolvidas nas publicações. Neste sentido, através do nome da cidade onde está localizada a instituição que é apresentada no artigo, a região de origem da instituição considerada

---

<sup>3</sup> <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/about/editorialPolicies#focusAndScope>. Acesso em 13 de outubro de 2013.

foi enquadrada em uma das cinco regiões brasileiras, ou seja, regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul.

- **Idioma:** O idioma utilizado na publicação dos artigos também foi verificado.

### **Objetivo específico 2: Propostas experimentais**

- **Conteúdo Específico:** Neste caso procurou-se verificar qual tópico de Mecânica é considerado na proposta experimental, ou seja, se cinemática, dinâmica, energia ou estática.
- **Habilidades adquiridas:** Nesta categoria procurou-se verificar as habilidades a serem atingidas pelos alunos na realização das atividades experimentais propostas nos artigos, ou seja, verificou-se o que se pretende que o aluno adquira com a realização da atividade experimental. Para isso, foram considerados os objetivos que geralmente são associados ao laboratório didático e que foram elencados por Borges (2002) e Andrade (2010). São elas: verificar/comprovar leis e teorias científicas; ensinar o método científico; facilitar a aprendizagem e compreensão de conceitos; ensinar habilidades práticas e explorar fenômenos. Para as propostas experimentais que visam a alcançar dois ou mais objetivos, foi considerado o principal deles.
- **Grau de Direcionamento:** Seguindo Borges (2002), Araújo e Abib (2003) e Oliveira (2010), procurou-se verificar o grau de direcionamento das atividades propostas, permitindo, assim, situá-los em três categorias distintas, a saber: demonstração, verificação e investigação.
- **Nível de Ensino:** Procurou-se verificar nesta categoria a que nível de ensino é destinada a atividade experimental, ou seja, se é destinada ao nível básico (fundamental e médio) e/ou ao nível superior. Muitas vezes os artigos não trazem de forma explícita essas informações. Neste caso, foi verificado se a proposta experimental apresentada exige ou não conhecimentos que vão além do nível básico, se a montagem e utilização de equipamentos são viáveis ou não para serem realizados no nível básico e se o tratamento matemático utilizado nas atividades é compatível ou não com este nível de ensino.
- **Natureza da proposta:** Foi verificada, neste caso, a natureza da proposta experimental apresentada nos artigos. Neste sentido, as propostas foram classificadas como sendo descrição do experimento realizado ou em apresentação da atividade a ser realizada. Enquanto na descrição, o autor ou os autores do artigo contam o que fizeram

para a realização do experimento, na apresentação, por sua vez, os autores sugerem experiências que poderão ser realizadas por professores e/ou alunos. Em outras palavras, uma atividade experimental foi classificada como descrição quando o artigo descreve a realização da atividade no tempo e no espaço, ou seja, o artigo explicita o local, as circunstâncias temporais, os envolvidos, etc. Na apresentação, por sua vez, o experimento descrito constitui-se em uma proposta que ainda não foi aplicada em sala de aula.

- **Ênfase Matemática:** Nesta categoria seguiu-se a concepção de Araújo e Abib (2003). Neste sentido, procurou-se verificar qual foi o nível de formalismo matemático utilizado na abordagem dos conceitos físicos considerados na atividade experimental. Em outras palavras, procurou-se verificar se as atividades experimentais salientam aspectos formais relacionados com teorias e modelos matemáticos, com eventuais previsões e verificações dos mesmos. Os artigos que se enquadram nesta categoria foram classificados como quantitativos e os demais foram categorizados como qualitativos.

Considerando a ênfase matemática presentes nas atividades experimentais, para Araújo e Abib (2003), Borges (2002) e Andrade (2010), os aspectos qualitativos de uma atividade experimental são aqueles que possibilitam uma compreensão do fenômeno em estudo a partir de discussões, reflexões, levantamento de hipóteses, etc. Isto não exclui, por exemplo, a necessidade de efetuar medições, entretanto a ênfase não está na medida em si, mas nas discussões que porventura se farão a partir delas. Já os aspectos quantitativos de uma atividade experimental são aqueles que permitem a compreensão ou verificação de uma lei física a partir de um tratamento matemático. Neste caso, a ênfase recai na realização de medidas, aplicação de fórmulas, tratamento estatístico dos dados, etc.

### **Objetivo específico 3: Recursos didáticos**

- **Tipo de material:** Para a realização das atividades experimentais são utilizados equipamentos desde os mais simples até os mais sofisticados. Desta forma, procurou-se verificar se a proposta experimental faz uso de material de baixo custo ou não. Para isso, recorreu-se a Laburú e Almeida (1998), Wisniewski (1990) e Quirino e Lavarda (2001) que definem material de baixo custo como materiais simples, baratos e de fácil aquisição, ou ainda, experimentos simples, preferencialmente sem custos para o professor e/ou aluno e que sejam montados por ambos. Segundo Laburú e Almeida

(1998), equipamentos de baixo custo são aqueles que são “substituíveis, facilmente encontrados no mercado, que tenham um grau de dificuldade reduzido em relação à sua montagem, e que nada deixem a desejar no que se refere à qualidade didático-pedagógica dos equipamentos comerciais” (p. 71 e 72).

- **Utilização de roteiros:** Procurou-se verificar se para a realização da atividade experimental há a proposta de uso ou sugestão de roteiros. De acordo com Pinho Alves (2000), geralmente, a prática experimental é acompanhada por um texto-guia ou roteiro altamente estruturado e organizado (tipo “cook-book”), que serve de roteiro para o aluno. Os “Cook-books” são roteiros para a realização de experimento que trazem instruções detalhadas, sequenciadas e extremamente limitadas, devido à pouca flexibilidade oferecida ao aluno.
- **Uso do computador:** Nesta categoria levou-se em conta o uso do computador no desenvolvimento da atividade experimental, inclusive como recurso de coleta e análise de dados.

# Capítulo 3

## Análise e Resultados

### Mapeamento das Publicações

Neste capítulo serão apresentados e discutidos os dados coletados relacionados à primeira parte deste trabalho, que consiste no mapeamento das publicações nos periódicos escolhidos. O mapeamento de um determinado tema presente na literatura científica é importante porque permite conhecer e avaliar como o mesmo vem sendo trabalhado e desenvolvido pelo meio acadêmico. Neste trabalho, o mapeamento consistiu em verificar o número de artigos publicados por ano e por década nas revistas investigadas; o número de autores envolvidos; o número de instituições envolvidas; a natureza das instituições, ou seja, se é pública ou particular; a região de origem das instituições dos autores brasileiros; o país de origem da instituição dos autores; e o idioma utilizado na publicação.

O primeiro ponto do mapeamento consistiu em verificar na literatura escolhida quantos trabalhos, dentre aqueles que abordam a experimentação em Mecânica, foram publicados anualmente. Os trabalhos que foram publicados mais de uma vez, em edições normais ou especiais, foram contados apenas uma vez. O resultado, apresentado na Tabela 3.1, indica uma maior concentração de artigos na RBEF (60%). Vale ressaltar, conforme já assinalado no Capítulo 2, que a Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF) iniciou suas publicações em 1979 e o Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF), em 1984.

No Gráfico 3.1 esses dados são mostrados por décadas<sup>4</sup>. Na década de 1970 a 1979 estão contabilizados apenas os artigos publicados no ano de 1979 quando, a então Revista de Ensino de Física, hoje, RBEF, iniciou suas publicações. Pode-se observar que nas décadas de 1990-1999 e de 2000-2009 houve um número expressivo de artigos que abordam a experimentação em Mecânica. Na década de 1990-1999 a maioria dos artigos foi publicada no CBEF e na de 2000-2009, esse resultado se modificou, sendo a RBEF a revista mais utilizada pelos pesquisadores para publicação de seus trabalhos em Mecânica. Esse resultado tem se mantido entre 2010-2013. Um ponto interessante deste gráfico é a constatação, no período de

---

<sup>4</sup> Apesar de aparecer neste gráfico com mesmo *status* dos outros intervalos, chamados de décadas, o período de 2010 a 2013 não corresponde a uma década completa. Entretanto, em nossa análise, trataremos esses intervalos como década. Isso será mantido no restante deste trabalho.

2000 a 2009, da diminuição do número de artigos voltados à experimentação em Mecânica no CBEF em relação à década anterior.

**Tabela 3.1: Número de artigos analisados por ano**

<b>ANO</b>	<b>RBEF</b>	<b>CBEF</b>	<b>Total</b>		<b>ANO</b>	<b>RBEF</b>	<b>CBEF</b>	<b>Total</b>
1979	3	-	<b>3</b>		1997	1	2	<b>3</b>
1980	3	-	<b>3</b>		1998	2	3	<b>5</b>
1981	1	-	<b>1</b>		1999	5	1	<b>6</b>
1982	1	-	<b>1</b>		2000	1	1	<b>2</b>
1983	1	-	<b>1</b>		2001	4	1	<b>5</b>
1984	0	1	<b>1</b>		2002	5	1	<b>6</b>
1985	0	3	<b>3</b>		2003	1	0	<b>1</b>
1986	0	1	<b>1</b>		2004	1	0	<b>1</b>
1987	0	1	<b>1</b>		2005	3	1	<b>4</b>
1988	0	2	<b>2</b>		2006	3	0	<b>3</b>
1989	1	2	<b>3</b>		2007	1	3	<b>4</b>
1990	1	3	<b>4</b>		2008	2	1	<b>3</b>
1991	1	5	<b>6</b>		2009	4	0	<b>4</b>
1992	1	2	<b>3</b>		2010	4	2	<b>6</b>
1993	2	0	<b>2</b>		2011	9	1	<b>10</b>
1994	1	0	<b>1</b>		2012	3	3	<b>6</b>
1995	3	5	<b>8</b>		2013	2	2	<b>4</b>
1996	1	1	<b>2</b>		<b>Total</b>	<b>71</b>	<b>48</b>	<b>119</b>

No Gráfico 3.2 é apresentada a média anual de artigos que consideram a experimentação em Mecânica por décadas. A média anual é maior no período de 2010 a 2013, tanto na RBEF quanto no CBEF. Outro ponto é a constatação de que no período de 2000 até junho de 2013 a maior parte dos artigos foi publicada na RBEF.



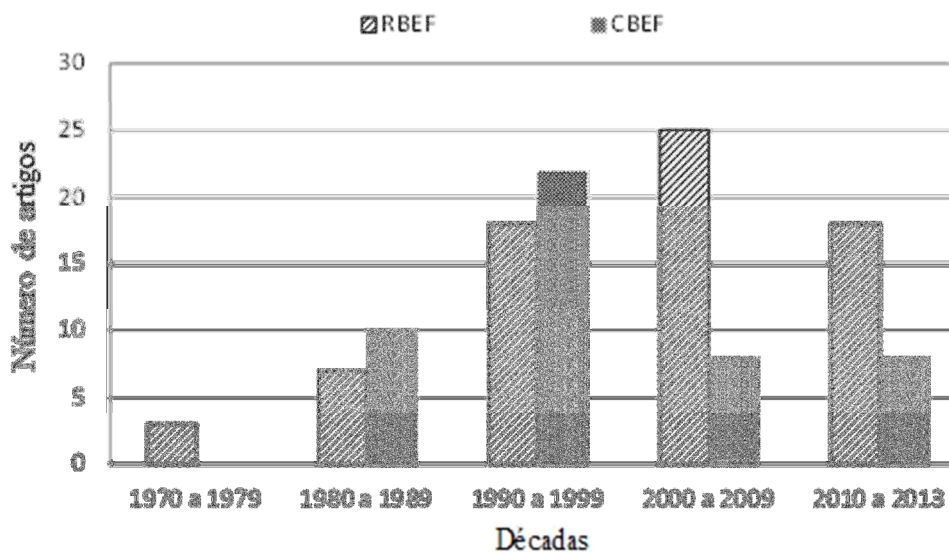


Gráfico 3.1: Distribuição dos artigos por década

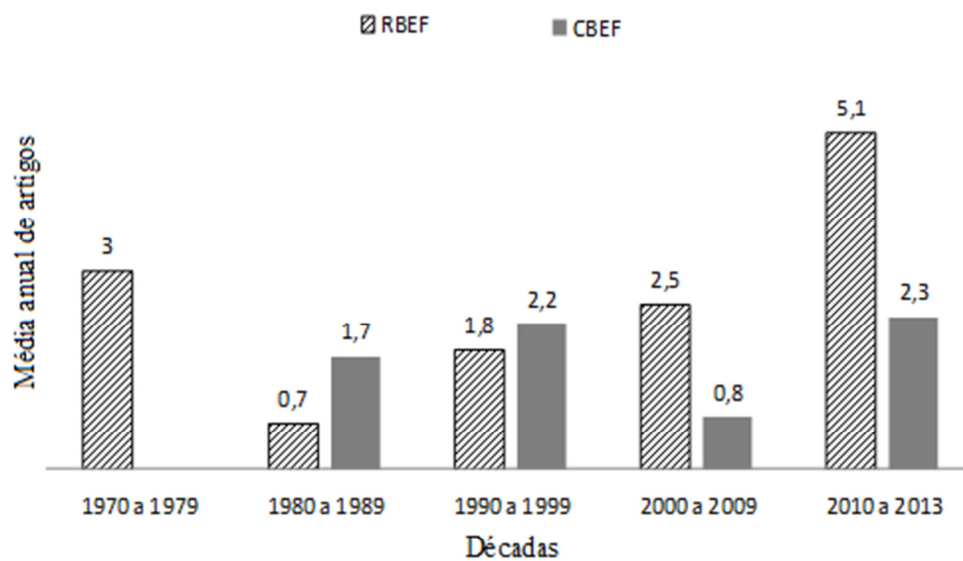


Gráfico 3.2: Média anual do número de artigos por década

Outro tópico considerado está relacionado às instituições envolvidas nos artigos analisados. Além do nome dos autores, os artigos também fazem menção às instituições nas quais eles estão vinculados. A partir do nome destas instituições, pode-se concluir acerca da origem (nacional ou estrangeira) e da natureza das nacionais (pública ou particular). Na Tabela 3.2 é mostrado o número de instituições que publicaram nos periódicos em função do país de origem.

**Tabela 3.2: Número de instituições por país de origem**

<b>País</b>	<b>RBEF</b>	<b>CBEF</b>
Brasil	32	27
Argentina	3	2
Espanha	2	0
Colômbia	1	0
México	1	0
Itália	1	0
Tailândia	1	0
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>29</b>

Na Tabela 3.3 é apresentada a distribuição das instituições brasileiras por região. As mesmas instituições que aparecem nos dois periódicos foram contadas uma única vez. Neste sentido, o número de instituições brasileiras diferentes vinculadas às publicações se reduz a 47, sendo 35 (75%) públicas e 12 (25%) particulares. Esta realidade também foi verificada por Pedroso (2009), quando realizou uma revisão bibliográfica a respeito das pesquisas com e sobre atividades experimentais nos artigos veiculados nas seis edições do Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências (ENPEC), ao longo de uma década (1997-2007). Para a autora, 63% das instituições que publicaram artigos são de natureza pública e 34% são de caráter privado. Pode-se constatar ainda que a participação de instituições de ensino estrangeiras se faz mais presente na RBEF<sup>5</sup> do que no CBEF<sup>6</sup>.

**Tabela 3.3: Localização das instituições brasileiras por região**

<b>Região</b>	<b>RBEF</b>	<b>CBEF</b>	<b>Total</b>
Sul	7	10	17
Sudeste	17	15	32
Centro-oeste	3	1	4
Nordeste	5	1	6
<b>Total</b>	<b>32</b>	<b>27</b>	<b>59</b>

<sup>5</sup> [49], [61], [81], [98], [107], [108], [110], [118] e [119].

<sup>6</sup> [32] e [34].

O número de pesquisadores envolvidos nos trabalhos analisados também foi considerado. Essa informação encontra-se na Tabela 3.4. Os mesmos pesquisadores que aparecem nos dois periódicos foram contados uma única vez. Desta forma, contabilizou-se um total de 267 pesquisadores nas publicações, sendo que 26 deles estão ligados à instituições estrangeiras.

**Tabela 3.4: Número de pesquisadores**

<b>Periódicos</b>	<b>No de pesquisadores</b>
RBEF	186
CBEF	94
<b>Total</b>	<b>280</b>

O número de pesquisadores e artigos vinculados às instituições brasileiras por região está mostrado nas Tabelas 3.5 e 3.6, respectivamente. Os artigos com mais de um autor são computados em função do número de instituições diferentes citadas. Por exemplo, o artigo [115] tem autoria de pesquisadores cujas instituições de origem se encontram nas regiões Sudeste (1 autor) e Nordeste (2 autores). Neste caso, ele foi contabilizado três vezes.

**Tabela 3.5: Número de pesquisadores de instituições brasileiras por região**

<b>Região</b>	<b>RBEF</b>	<b>CBEF</b>	<b>Total</b>
Sul	37	29	66
Sudeste	108	53	161
Centro-oeste	7	2	9
Nordeste	15	3	18
<b>Total</b>	<b>167</b>	<b>87</b>	<b>254</b>

**Tabela 3.6: Número de artigos publicados por região**

<b>Região</b>	<b>RBEF</b>	<b>CBEF</b>	<b>Total</b>
Sul	17	21	38
Sudeste	44	24	68
Centro-oeste	3	1	4
Nordeste	8	1	9
<b>Total</b>	<b>72</b>	<b>47</b>	<b>119</b>

A Tabela 3.5 mostra que a grande maioria dos pesquisadores brasileiros são provenientes das regiões Sudeste (65%) e Sul (26%), totalizando 91%. É importante destacar que nenhum autor cuja instituição encontra-se na região Norte publicou artigo que trata da experimentação em Mecânica. Em relação a isso, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) informa em sua página eletrônica que existem apenas três cursos de pós-graduação na área de Ciências em funcionamento na região Norte e que dois encontram-se em fase de homologação em novembro de 2013<sup>7</sup>. A Tabela 3.6, por sua vez, aponta que há prevalência de artigos provindos das regiões Sudeste e Sul, cujos percentuais são 57% e 32%, respectivamente, correspondendo a 89% do total. Este resultado está em consonância com o de Pedroso (2009). Segundo ela, 72% dos artigos analisados são de instituições localizadas nas regiões Sul e Sudeste e uma possível explicação para este resultado “é a baixa densidade de instituições de ensino superior (IES) nas regiões Norte, Centro-Oeste e Nordeste. Intrinsecamente relacionado a este dado, está o pioneirismo e o grande número de pesquisadores ativos nas instituições de ensino superior do Sudeste, dentre as quais citamos a Universidade de São Paulo” (p. 6567).

Destaca-se também que a grande maioria dos artigos da RBEF provém da região Sudeste e que é significativa a quantidade de artigos do CBEF provindos da região Sul. A distribuição desigual desta produção acadêmica, que aponta para uma maior concentração nas regiões Sul e Sudeste, pode estar relacionada ao fato de que a maior parte dos programas de pós-graduação está concentrada nestas regiões. A CAPES indica que em 2013 havia 5197 cursos de Pós-Graduação no Brasil. Deste total, 2588 (49,79%) estando na região Sudeste; 1061 (20,41%) na região Sul; 920 (17,7%) no Nordeste; 392 (7,54%) na região Centro-Oeste e 296 (4,54%) na região Norte.

É válido ressaltar também que na RBEF as instituições de origem dos autores que mais publicaram artigos foram a USP (13 artigos), UNESP (10 artigos) e UFRGS (6 artigos) e no CBEF foram a UFSC (9 artigos), UNESP (6 artigos) e UFRGS (5 artigos). Além disso, dos 18 artigos publicados por pesquisadores vinculados a instituições particulares, cinco deles [CBEF, 47; RBEF, 77, 83, 95 e 113] foram feitos em parceria com pesquisadores de instituições públicas. E, ainda, há dois artigos envolvendo pesquisadores vinculados a escolas públicas de ensino médio [CBEF, 27 e 42].

---

<sup>7</sup> <http://www.capes.gov.br/> - Acesso em 20 de novembro de 2013.

O idioma utilizado na publicação dos artigos analisados também foi considerado. Esse resultado está mostrado na Tabela 3.7. A grande maioria dos artigos analisados foi publicada em português. Entretanto, também são encontrados artigos escritos em inglês<sup>8</sup> e espanhol<sup>9</sup>. Quanto a este último, isto se verifica porque os periódicos aqui considerados, além de terem circulação nacional, penetram em países que tem o espanhol como o idioma (CBEF, 2013).

**Tabela 3.7: Idioma utilizado na publicação dos artigos**

<b>Idioma</b>	<b>RBEF</b>	<b>CBEF</b>	<b>Total</b>
Português	65	46	111
Espanhol	3	2	5
Inglês	3	0	3
<b>Total</b>	<b>71</b>	<b>48</b>	<b>119</b>

É importante salientar o pequeno número de trabalhos publicados em outro idioma nas revistas em análise. Vale destacar que, apesar de 11 instituições estrangeiras terem artigos publicados nestas revistas, apenas 8 deles não foram escritos em português.

---

<sup>8</sup> [110], [118] e [119]

<sup>9</sup> [32], [34], [98], [107] e [108].

# Capítulo 4

## Análise e Resultados

### Propostas Experimentais

Neste capítulo são apresentados a análise e os resultados relacionados ao segundo objetivo específico, descrito no Capítulo 2. São identificadas nos artigos analisados as propostas experimentais levando em consideração os seguintes aspectos: grau de direcionamento, ênfase matemática, habilidades adquiridas, conteúdo específico, nível de ensino e natureza da proposta experimental.

#### 4.1. Grau de Direcionamento

O primeiro aspecto considerado foi o grau de direcionamento. Neste sentido, as propostas experimentais encontradas nos artigos analisados foram classificadas em atividades de demonstração, verificação e investigação. As de demonstração, em linhas gerais, visam à demonstração de fenômenos trabalhados em sala de aula; as de verificação possibilitam ao aluno vislumbrar em aulas práticas os conceitos apresentados pelo professor em sala de aula; e as de investigação, de caráter mais aberto, permitem o estudo de fenômenos com um maior envolvimento do aluno. A Tabela 4.1 apresenta o resultado desta classificação. Conforme discutido no Capítulo 1, a distribuição dos artigos segundo seu grau de direcionamento em cada um dos tipos apresentados está mostrada na Tabela B.1.

**Tabela 4.1: Grau de direcionamento**

<b>Grau de Direcionamento</b>	<b>RBEF</b>	<b>CBEF</b>	<b>Total</b>
Demonstração	10	20	30
Verificação	43	24	67
Investigação	18	4	22
<b>Total</b>	<b>71</b>	<b>48</b>	<b>119</b>

Analisando a Tabela 4.1, observa-se que existe predomínio de atividades práticas que tem como grau de direcionamento a verificação, correspondendo a 56% (60% na RBEF e 50% no CBEF), as demonstrativas com 25% (14% na RBEF e 42% no CBEF) e as investigativas com 18% (25% na RBEF e 8% no CBEF).

A prevalência de experimentos de verificação concorda com o que foi constatado por Moreira e Ostermann (1993). Para eles, na maioria das aulas de laboratório, os alunos devem observar, coletar dados, constituir tabelas, traçar gráficos e induzir alguma lei. Esta realidade se faz presente porque, conforme assinalam Borges (2002) e Viveiro e Campos (2000), os professores reproduzem as abordagens nas quais foram formados, ou seja, os futuros docentes são preparados para lecionar conteúdos específicos através de aulas expositivas e de laboratório para a verificação de resultados pré-determinados. “Com isso, os estudantes não percebem outros propósitos para as atividades práticas que não os de verificar e comprovar fatos e leis científicas” (BORGES, 2002, p. 299).

Entre as de verificação podem ser citados os trabalhos CBEF [10], em que é estudado o movimento uniforme utilizando-se de um tubo com óleo, no qual, a partir de medidas do tempo que uma bolha gasta para percorrer distâncias pré-estabelecidas, são solicitados o cálculos da velocidade e da aceleração em cada intervalo de tempo e a construção de gráficos dessas grandezas em função do tempo e RBEF [45], cujo objetivo é a determinação do coeficiente de atrito estático entre duas superfícies em contato por arrasto do conjunto bloco-régua-mola sobre uma superfície horizontal. Para isso, inicialmente, determina-se, o módulo da força de atrito estático máximo, puxando a mola até que o bloco fique na iminência do movimento. Depois, obtém-se o módulo da força normal a partir do módulo do peso do conjunto. Com estes dados, o coeficiente de atrito estático é obtido.

No caso das demonstrativas, encontra-se a que utiliza um experimento constituído de uma mangueira fixa num suporte e uma plataforma para mostrar como a trajetória descrita por um projétil (em sala de aula) pode ser utilizada no estudo das leis básicas de movimentos ortogonais [CBEF, 19]. Os princípios hidrostáticos de Arquimedes e de Pascal também são tratados de forma demonstrativa em RBEF [95]. Nesta atividade, é feita a discussão dos aspectos práticos e a descrição teórica do experimento, em particular, é chamada a atenção para associação errônea dele com o do submarino.

As investigativas podem ser exemplificadas pelos trabalhos CBEF [20] e RBEF [72]. O primeiro propõe o uso de laboratório centrado na análise do experimento e não, segundo os autores, nos métodos convencionais. Através do estudo do pêndulo simples, os alunos são desafiados a estabelecer relações existentes entre período e comprimento do pêndulo. Em seguida, eles são levados à construção de gráficos e modelo matemático (equações) que represente os resultados alcançados e a comparação destes com as previsões

teóricas. No segundo é proposta a utilização de sistemas informatizados para a coleta e análise de dados em medidas físicas para a construção de conhecimento. Para isso, os autores apontam alguns caminhos que levam a um processo de análise de um fenômeno físico estimulando a capacidade criativa e crítica do estudante.

#### 4.2. Ênfase Matemática

A ênfase matemática adotada também foi analisada. Conforme apresentado no Capítulo 2, elas podem ser quantitativas ou qualitativas. As qualitativas são aquelas em que os aspectos conceituais se sobressaem, já nas quantitativas, os aspectos formais relacionados às teorias e modelos matemáticos são salientados. Essas informações estão apresentadas na Tabela 4.2. A Tabela B.2 apresenta a classificação dos artigos analisados em função da ênfase matemática.

**Tabela 4.2: Ênfase matemática**

<b>Ênfase Matemática</b>	<b>RBEF</b>	<b>CBEF</b>	<b>Total</b>
Quantitativa	30	24	54
Qualitativa	41	24	65
<b>Total</b>	<b>71</b>	<b>48</b>	<b>119</b>

Na Tabela 4.2 verifica-se que não houve prevalência entre o número de propostas qualitativas e quantitativas, quando da análise da ênfase matemática adotada por eles no CBEF, já na RBEF, 57% dos artigos analisados apresentam ênfase qualitativa. Esse resultado também concorda com o apresentado por Araújo e Abib (2003), que destacam que uma parcela majoritária, em torno de 2/3 do total deles enfatiza aspectos qualitativos. Considerando os aspectos quantitativos e qualitativos no ensino de Física, Laburú *et al.* (2010), afirmam que

Num sentido amplo, aprender física significa, então, não só aprender os seus conceitos de modo qualitativo, mas deve envolver dos aprendizes determinação experimental de suas grandezas. Com isso, permite-se que eles participem genuinamente da natureza desta ciência, ou seja, da relação existente entre teoria e evidencia (p. 1402-2).

Carrascosa *et al.* (2006) consideram que a experimentação quantitativa ou qualitativa pode despertar a curiosidade do educando, possibilita discussões, reflexões, a elaboração de hipóteses e o uso de senso crítico, permite a análise dos resultados, bem como a



sua correta forma de expressá-los, favorece um melhor entendimento da relação da ciência e a tecnologia, etc.

Em uma perspectiva qualitativa, como exemplo, podem ser citados os artigos RBEF [73] e [94]. No primeiro é proposta a determinação do valor da velocidade com que batatas são lançadas por diversos canhões construídos pelos alunos. A ênfase neste trabalho reside na discussão de diferentes métodos e posterior construção de canhões que possibilitem alcançar o objetivo pretendido. No segundo, voltado para o ensino fundamental, são utilizados elementos da exploração espacial para facilitar a compreensão de temas científicos e propiciar conhecimento sobre astronáutica. Para isso, os alunos exploram o princípio da ação e reação através de experimentos.

Quanto às atividades quantitativas, pode-se citar a que utiliza um volante e um trilho inclinado para o estudo do movimento retilíneo uniformemente acelerado. Assim, por meio do volante que desce o trilho inclinado, posições e tempos são coletados e, a partir destes, são calculados os valores da velocidade e da aceleração média e depois são construídos gráficos que relacionam essas variáveis [CBEF, 11]. Além desta, outro experimento quantitativo é o que tem como objetivo o cálculo da aceleração da gravidade por meio de um equipamento que permite a marcação dos tempos das diferentes posições de um corpo em queda livre [RBEF, 54].

A Tabela 4.3 apresenta o número de artigos relacionando o grau de direcionamento e a ênfase matemática adotada e a Tabela B.3 mostra a distribuição desses artigos em função dessa relação.

**Tabela 4.3: Ênfase matemática e grau de direcionamento**

	Qualitativa		Quantitativa	
	CBEF	RBEF	CBEF	RBEF
<b>Demonstração</b>	18	9	2	1
<b>Verificação</b>	2	16	22	27
<b>Investigação</b>	4	16	-	2

Conforme pode ser visto na Tabela 4.3, prevalecem atividades verificativas/quantitativas e somente três atividades demonstrativas apresentam uma ênfase matemática quantitativa (demonstrativa/quantitativa) [CBEF, 5 e 19; RBEF, 71]. Neste caso, elas visam ilustrar aspectos do fenômeno físico em estudo recorrendo ao uso de fórmulas para

a obtenção das grandezas a serem discutidas. Considerando as investigativas as atividades que apresentam ênfase qualitativa são preponderantes nos artigos analisados. Somente duas foram classificadas como investigativa/quantitativa [RBEF, 99 e 113], sendo o formalismo matemático utilizado em uma perspectiva investigativa, na qual os alunos são desafiados a levantar hipóteses, testar e discutir os resultados alcançados. Nenhuma proposta investigativa/quantitativa foi encontrada no CBEF.

### 4.3. Nível de Ensino

O nível de ensino para o qual se destina a atividade experimental foi também levado em consideração. Quando o nível de ensino não está explícito nos artigos, foram analisados o conteúdo de Mecânica abordado, a complexidade do equipamento utilizado e o tratamento matemático apresentado na realização do experimento. Os dados coletados estão apresentados na Tabela 4.4 e a Tabela B.4 mostra os artigos classificados por nível de ensino. No CBEF a grande maioria deles se destina aos ensinos médio e superior. Esse fato está em consonância com o foco da revista<sup>10</sup>, que é voltado prioritariamente para os cursos de formação de professores de Física. Também é amplamente utilizado em cursos de pós-graduação em Ensino de Ciências/Física e em cursos de aperfeiçoamento para professores do nível médio. Quanto à RBEF, constatou-se que aproximadamente 60% dos artigos analisados trazem atividades destinadas ao ensino superior. Esse resultado também está de acordo com o foco da revista<sup>11</sup>, que está voltada à publicação de artigos voltados ao ensino e pesquisa em Física. Considerando os dois periódicos, a quantidade delas destinadas ao nível fundamental é pequena (sete artigos). Também foram encontrados experimentos que podem ser realizados tanto no ensino médio/fundamental e médio/superior. A presença majoritária de atividades direcionadas aos ensinos médio e superior é evidente na Tabela 4.4 (95%). Apesar do período de análise ser diferente do utilizado aqui, este resultado também foi verificado por Queiroz e Silva (2008), quando analisaram trabalhos publicados nas Atas do Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) e no Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), de 1996 a 2006. Segundo eles, “Quanto ao público alvo, os trabalhos são voltados essencialmente para os níveis Médio e Superior; sendo que ao longo dos eventos encontramos uma oscilação na frequência dos mesmos, ora os trabalhos são em sua maioria voltados para o Ensino Médio, ora para o Nível Superior” (p. 4).

<sup>10</sup> <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica>. Acesso em 13 de outubro de 2013.

<sup>11</sup> <http://www.sbfisica.org.br/rbef/ojs/index.php/rbef>. Acesso em 13 de outubro de 2013.

**Tabela 4.4: Nível de ensino**

<b>Nível de Ensino</b>	<b>RBEF</b>	<b>CBEF</b>	<b>Total</b>
Ensino Fundamental	4	1	5
Ensino Médio	11	14	25
Ensino Superior	42	17	60
Ensino Fundamental/Médio	1	1	2
Ensino Médio/Superior	13	15	27
<b>Total</b>	<b>71</b>	<b>48</b>	<b>119</b>

Um dos motivos para a presença de pequeno número de atividades voltadas para o ensino fundamental pode estar associado ao fato de que a maioria dos professores dessas séries não ter a formação direcionada para conceitos específicos da Física, impossibilitando assim, abordagens de conteúdos em experimentos que poderiam ser realizados em sala de aula (SCHROEDER, 2007; URIAS & ASSIS, 2009). Para Schroeder (2007), o ensino de ciências no ensino fundamental deve permitir às crianças o desenvolvimento de valores afetivos necessários ao seu aprendizado. Desta forma, nesta faixa de escolarização, o ensino de um conceito em todo o seu rigor científico não se deve ter em vista, antes, devem-se oferecer oportunidades de aprendizado por meio de experimentos que conduzam os educandos à observação e à coleta organizada de dados, à expressão clara de procedimentos, e aos resultados e conclusões e à discussão crítica de todo o processo.

Por ser o mais básico dos ramos da ciência, a física apresenta um aspecto extremamente produtivo: pode-se propor atividades experimentais que permitam que crianças menores de dez anos manipulem diretamente os materiais usados e não se limitem a contemplar fenômenos. A física possibilita atividades em que as crianças ajam sobre os materiais utilizados, observem o resultado de suas ações e reflitam sobre suas expectativas iniciais, reforçando ou revendo suas opiniões e conclusões. Para melhor cumprir seu papel no desenvolvimento de estudantes com valores e habilidades apropriados ao aprendizado, as aulas de física para crianças menores de dez anos podem ser propostas como desafios, dispensando maiores instruções por parte dos professores. Os resultados obtidos durante essas atividades são analisados pelas próprias crianças, que tiram suas conclusões e propõem suas explicações para o que for observado. Dessa forma, não é essencial que o professor, ou professora, tenha domínio da física, mas que seja capaz de propor os desafios e garantir que todas as crianças participem das atividades, das discussões e proponham suas próprias conclusões baseadas em argumentos lógicos e nas evidências disponíveis (os resultados das atividades e das discussões). O fato de essas conclusões eventualmente não concordarem com teorias cientificamente aceitas é secundário. O aprendizado de tais teorias é mais oportuno e frutífero para estudantes em séries posteriores (SCHROEDER, 2007, p. 91).

Nesta perspectiva, Campos *et al.* (2012) apontam que o estudo dos fenômenos físicos tem pouca relevância nas séries iniciais do ensino fundamental, especialmente na rede pública de ensino, visto que o enfoque maior é dado às ciências biológicas. Segundo eles,

é nessa fase que a criança pode ter o contato com certos conceitos científicos que poderão lhe despertar o gosto pela ciência. Embora as escolas tenham essa disciplina, os professores além de darem pouca abordagem a conceitos relacionados à física valorizam muito a memorização dos alunos e, desse modo, as atividades parecem ter somente a função de ocupar as crianças no período escolar. Essa abordagem do conteúdo de ciências não contribui para instigar os alunos a pensarem e se tornarem críticos, uma vez que é sabido que o estudo da ciência é fundamental para o desenvolvimento da sociedade. Deve-se considerar também que muitos dos educadores aprenderam ciências dessa forma e inconscientemente ensinam de forma análoga (p. 1402-2).

Segundo esses autores, acredita-se que fatores como a realidade da escola e o currículo, dentre outros, contribuem para que o estudo dos conceitos relacionados aos fenômenos da natureza seja negligenciado nas séries iniciais do ensino fundamental. Assim,

Apenas deve-se chamar a atenção para essa situação incômoda que é aguardar a criança alcançar o último ano do Ensino Fundamental para estudar conceitos relacionados às ciências da natureza. Embora existam discussões a respeito da abordagem de temas relacionados à física nas séries iniciais, estas ainda são poucas quando comparadas com aquelas envolvendo o ensino de física no Ensino Médio e no Ensino Fundamental. (CAMPOS *et al.*, 2012, p. 1402-2)

Dentre as propostas destinadas ao ensino superior tem-se a CBEF [7], que visa determinar os valores da força viscosa e do coeficiente de viscosidade da glicerina utilizando uma esfera em queda dentro de uma proveta que contém a glicerina, e a RBEF [108], cujo objetivo é propor uma solução teórica e a construção de uma balança para efetuar medidas na ausência de gravidade. Destinadas ao ensino médio podem ser citadas a CBEF [22] e a RBEF [103]. Na primeira, pretende-se estudar o conceito de aceleração a partir de pontos registrados em uma fita de carnaval (serpentina). A experiência é realizada empregando dois alunos, simultaneamente. Com a fita colocada entre grampos (estes são presos em um pedaço de madeira), um dos alunos, bate o mais rapidamente possível e de maneira síncrona com uma caneta piloto, no meio da madeira entre os dois grampos. Um segundo aluno, segurando uma extremidade da fita próxima à madeira, inicia um movimento acelerado com velocidade inicialmente baixa, aumentando gradativamente essa velocidade. A partir dos pontos registrados na fita, são obtidos os espaços com os seus respectivos tempos e, partir destes são calculadas o valor das velocidades instantâneas, aproximadas pelas velocidades médias, da fita. A segunda tem como objetivo compreender até que ponto os alunos do ensino médio conseguem construir uma aproximação com o conceito de medição. Para isso, propõem-se

determinar a distancia de uma bolinha de aço solta de uma altura de uma rampa inclinada. Para o ensino fundamental, como exemplo, tem-se a RBEF [111] que utiliza diversos tipos de corpos com o fim de discutir aspectos sobre a aprendizagem do conceito de flutuação e a RBEF [115] que faz uso de situações problemas envolvendo o conceito de pressão por meio do manuseio de aparatos experimentais e de discussões que permitem obter soluções para os problemas levantados.

A Tabela 4.5 mostra o resultado da intersecção entre o nível de ensino e a ênfase matemática adotada e a Tabela 4.6, do nível de ensino com o grau de direcionamento utilizado nos trabalhos analisados. A distribuição dos artigos resultantes dessas intersecções está mostrada, respectivamente, nas Tabelas B.5 e B.6. Conforme indicado na Tabela 4.5, a maioria das propostas, tanto as qualitativas quanto as quantitativas, é destinada ao ensino superior. Considerando o nível médio, há prevalência de atividades qualitativas, ou seja, 34 propostas.

**Tabela 4.5: Nível de ensino e a ênfase matemática**

	Qualitativa		Quantitativa	
	CBEF	RBEF	CBEF	RBEF
<b>Ensino Fundamental</b>	1	4	-	-
<b>Ensino Médio</b>	6	10	8	1
<b>Ensino Superior</b>	7	17	10	25
<b>Ensino Fundamental/Médio</b>	1	1	-	-
<b>Ensino Médio /Superior</b>	9	9	6	4

Esta realidade se verifica porque, segundo Laburú *et al.* (2010), “No ensino médio, professores de matérias científicas comumente abandonam atividades experimentais quantitativas e um dos principais motivos para isso acontecer se deve a pouca compreensão de como enfrentar com os estudantes o tratamento de dados experimentais” (p. 1402-1). Para o nível fundamental, entretanto, não foram encontradas as de cunho quantitativo. Nesta direção, Longhini *et al.* (2011) afirmam que “o ensino de conteúdos de física a alunos dos anos iniciais não deve prezar pela matematização ou preparação para os anos posteriores, mas antes, trata-

se de uma oportunidade de os estudantes serem desafiados a resolver problemas de forma colaborativa, de aprender a aprender” (p. 3401-1).

Na Tabela 4.6 verifica-se que grande parte dos trabalhos experimentais com grau de direcionamento de verificação é destinada ao nível superior. Estes, além de abordarem conteúdos de Mecânica próprios do nível superior, também recorrem a um formalismo matemático mais complexo, que não é trabalhado no nível médio e fazem uso de inúmeros equipamentos de laboratório e eletrônicos para o estudo dos fenômenos físicos envolvidos que não estão disponíveis nas escolas de nível básico. As de caráter de verificação também estão mais presentes no médio e as demonstrativas prevalecem no fundamental, sendo ausentes as de verificação neste nível de ensino.

**Tabela 4.6: Nível de ensino e grau de direcionamento**

	<b>Demonstração</b>		<b>Verificação</b>		<b>Investigação</b>	
	<b>CBEF</b>	<b>RBEF</b>	<b>CBEF</b>	<b>RBEF</b>	<b>CBEF</b>	<b>RBEF</b>
<b>Ensino Fundamental</b>	1	3	-	-	-	1
<b>Ensino Médio</b>	5	2	8	3	1	6
<b>Ensino Superior</b>	4	4	10	30	3	8
<b>Ensino Fundamental/Médio</b>	1	-	-	-	-	1
<b>Ensino Médio /Superior</b>	9	1	6	10	-	2

#### **4.4. Habilidades Adquiridas**

A quantidade de artigos relacionados às habilidades a serem adquiridas pelos alunos através das práticas experimentais está mostrada na Tabela 4.7. Essas habilidades aqui consideradas são: verificar/comprovar leis e teorias científicas que possibilita alcançar resultados previstos pela teoria; facilitar a aprendizagem e compreensão dos conceitos que visa à elucidação de conceitos físicos trabalhados em sala de aula; ensinar o método científico que envolve aspectos relacionados com a natureza da ciência; ensinar habilidades práticas que tem em vista a manipulação de equipamentos; e explorar fenômenos que considera a abordagem construtivista no estudo do fenômeno físico em questão. A distribuição dos artigos em função dessas habilidades está mostrada na Tabela B.7.

**Tabela 4.7: Habilidades adquiridas**

<b>Habilidades</b>	<b>RBEF</b>	<b>CBEF</b>	<b>Total</b>
Verificar/Comprovar leis e teorias científicas	52	31	83
Facilitar a aprendizagem e compreensão dos conceitos	9	15	24
Ensinar o método científico	1	0	1
Ensinar habilidades práticas	3	2	5
Explorar fenômenos	6	0	6
<b>Total</b>	<b>71</b>	<b>48</b>	<b>119</b>

Os dados da Tabela 4.7 mostram um número reduzido de propostas que têm como objetivo ensinar habilidades práticas (4%) e exploração fenômenos (5%), sendo estas da RBEF. Quanto ao ensinar o método científico, constatou-se que somente um artigo contempla esta habilidade [RBEF, 103]. A maior parte dos artigos analisados, 73% na RBEF e 65% no CBEF, trazem atividades práticas que tem como objetivo verificar/comprovar leis e teorias científicas. Em segundo lugar, encontram-se as que têm como objetivo facilitar a aprendizagem e a compreensão dos conceitos, 13% na RBEF e 31% no CBEF. Esse resultado também é apontado por Borges (2002). Segundo ele,

Mesmo em locais com forte tradição de ensino experimental, por exemplo, nos cursos superiores e cursos das escolas técnicas, quase nunca ocorre o planejamento sistemático das atividades, com a explicitação e discussão dos objetivos de tal ensino. A formulação de um planejamento para as atividades de ensino, quando existe, destina-se mais a atender às demandas burocráticas do que explicitar as diretrizes de ação do professor e dos estudantes, ao longo de um curso. Assim, o professor trabalha quase sempre com objetivos de ensino pouco claros e implícitos, confiando em sua experiência anterior com cursos similares. Com isso, os estudantes não percebem outros propósitos para as atividades práticas que não os de verificar e comprovar fatos e leis científicas (p. 16).

Já para Andrade (2010), “a maioria das atividades experimentais, quando praticadas, tem como objetivo principal comprovar leis e teorias que visam mostrar aos estudantes a veracidade de tais elementos, o que pode vir a acarretar na aceitação de determinada teoria como única e verdadeira” (p. 22).

A prevalência de trabalhos cujo objetivo consiste em verificar/comprovar leis e teorias científicas está de acordo com que foi apontado por Carlos *et al.* (2009). Segundo eles, “nas escolas, as aulas experimentais ainda tem seguido um viés tradicional e verificacionista, uma vez que os professores têm sido reprodutores de abordagens já conhecidas e cristalizadas pelo tempo” (p 12). A respeito disso, Araújo e Abib (2003) afirmam que prevalece “uma abordagem tradicional de ensino, restrita a demonstrações fechadas e a laboratórios de

verificação e confirmação da teoria previamente definida, o que sem dúvida, está muito distante das propostas atuais para um ensino de Física significativo e consistente com as finalidades do ensino no nível médio” (p. 177).

Moreira e Penido (2009) empreenderam uma revisão de literatura sobre a utilização de experimentos de Física direcionadas ao ensino médio com o propósito de avaliar a extensão e riqueza do material que se encontra disponível. A conclusão a que chegaram foi a de que

a maior parte dos artigos apresenta as atividades experimentais prontas para que os professores e estudantes do ensino médio, possam repeti-las, seguindo passo a passo o roteiro, mesmo por que, em geral, se propõe um procedimento bem definido. Esses indícios são encontrados principalmente nas revistas: RBEF e CBEF por que é nestas que a maior concentração de publicações aparece. Salientando que no Caderno Brasileiro de Ensino de Física, encontramos uma grande maioria de trabalhos do tipo demonstre em aula e laboratório caseiro o que chama atenção pelo fato destes experimentos didáticos serem apresentados normalmente através da descrição de procedimentos, conforme já dito, com a finalidade de que venham a comprovar teorias (p. 10).

A respeito da experimentação realizada no ensino médio e superior, Stuart e Marcondes (2009) consideram que elas, “muitas vezes são tratadas de forma acrítica e aproblemática” (p. 51). E ainda, “Pouca oportunidade é dada aos alunos no processo de coleta de dados, análise e elaboração de hipóteses [...]. O aluno é o agente passivo da aula e a ele cabe seguir um protocolo proposto pelo professor para a atividade experimental, elaborar um relatório e tentar ao máximo se aproximar dos resultados já esperados” (p. 51).

A relação de propostas considerando as habilidades adquiridas com o nível de ensino, o grau de direcionamento e a ênfase matemática estão mostradas, respectivamente, nas Tabelas 4.8, 4.9, 4.10. A distribuição desses artigos, para cada relação, respectivamente, está apresentada nas Tabelas B.8, B.9 e B.10. A Tabela 4.8 mostra que a maioria dos experimentos que têm como objetivo o de verificar/comprovar leis e teorias científicas é voltada para o ensino superior. Para este nível também são destinadas todas as propostas cujo objetivo é de ensinar habilidades práticas. Já as atividades que visam facilitar a aprendizagem e compreensão dos conceitos são direcionadas aos três níveis de ensino, sendo mais presentes no superior e médio.

A Tabela 4.9 mostra que a maioria das propostas que tem como grau de direcionamento a verificação tem como habilidade verificar e/ou comprovar leis e teorias científicas. As que visam ao ensino do método científico, ao ensino de habilidades práticas e à



exploração de fenômenos, apresentam como grau de direcionamento a investigação. Para Araújo e Abib (2003), ao se utilizar atividades desta natureza percebe-se

[...] que é possível alcançar uma vasta gama de diferentes objetivos educacionais, uma vez que estas atividades apresentam uma maior flexibilidade metodológica, quando contrastada com as atividades de demonstração e de verificação, embora seja possível, também para estas duas modalidades, o emprego de ações que enriqueçam a sua aplicação prática. Porém, no caso destas atividades o próprio caráter de investigação das mesmas pode ser considerado como um elemento facilitador para uma abordagem que seja centrada nos aspectos cognitivos do processo de ensino-aprendizagem, intrínsecos de uma metodologia que busca uma transformação mais profunda nos estudantes, seja ela vinculada aos aspectos conceituais, relacionados aos conteúdos de Física, ou mesmo comportamentais, como a capacidade de reflexão, abstração, generalização, síntese e de senso crítico (p. 186).

Nessa mesma perspectiva, Oliveira (2010) afirma que as atividades investigativas têm se revelado eficazes no desenvolvimento de uma educação científica, pois esta possibilita aos alunos, por exemplo, a oportunidade de desenvolvimento de habilidades de observação, formulação, teste e discussão. Além disso, esta pesquisadora também afirma que:

Devido a essa característica mais aberta, as atividades de investigação, ao contrário das tradicionais, frequentemente não fazem uso de roteiros fechados que forneçam poucas possibilidades de intervenção e/ou modificação por parte dos alunos ao longo as etapas do procedimento experimental. Cabe destacar que atividades dessa natureza frequentemente exigem um tempo maior de estudo, uma vez que envolvem uma série de etapas a serem desenvolvidas pelos estudantes, desde a análise do problema, levantamento de hipóteses, preparo e execução dos procedimentos, análise e discussão dos resultados. A atividade de investigação pode ser própria aula – ou, em alguns casos, em mais de uma aula (p.150).

Para Stuart e Marcondes (2009), “a participação dos alunos em todas as etapas da investigação pode contribuir para uma maior autonomia e responsabilidade dos estudantes. Elaborar um procedimento e testar hipóteses exige espírito crítico e habilidades de reflexão” (p.70)

Tabela 4.8: Habilidades adquiridas e nível de ensino

	Verificar Comprovar		Facilitar a Aprendizagem		Ensinar o Método Científico		Ensinar Hab. Práticas		Explorar Fenômenos	
	CBEF	RBEF	CBEF	RBEF	CBEF	RBEF	CBEF	RBEF	CBEF	RBEF
<b>Ensino Fundamental</b>	1	1	-	3	-	-	-	-	-	-
<b>Ensino Médio</b>	9	4	5	3	-	1	-	-	-	3
<b>Ensino Superior</b>	12	36	3	3	-	-	2	1	-	2
<b>Ensino Fundamental/Médio</b>	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
<b>Ensino Médio /Superior</b>	9	11	6	-	-	-	-	2	-	-

**Tabela 4.9: Habilidades adquiridas e grau de direcionamento**

	Demonstração		Verificação		Investigação	
	CBEF	RBEF	CBEF	RBEF	CBEF	RBEF
<b>Verificar/Comprovar Leis e Teorias</b>	7	7	23	42	1	3
<b>Facilitar a Aprendizagem</b>	13	3	1	1	1	5
<b>Ensinar o Método Científico</b>	-	-	-	-	-	1
<b>Ensinar Habilidades Práticas</b>	-	-	-	-	2	3
<b>Explorar Fenômenos</b>	-	-	-	-	-	6

A relação entre a habilidade adquirida e a ênfase matemática está indicada na Tabela 4.10. Ela mostra que a maioria das atividades cuja habilidade é verificar e/ou comprovar leis e teorias científicas utiliza uma abordagem matemática quantitativa. Considerando a ênfase matemática, Araújo e Abib (2003) afirmam que “a maioria das atividades experimentais quantitativas tendem a ser utilizadas por meio de procedimentos e roteiros fechados que permitem classificar este tipo de atividade experimental como verificacionista” (p. 180).

**Tabela 4.10: Habilidades adquiridas e ênfase matemática**

	Qualitativa		Quantitativa	
	CBEF	RBEF	CBEF	RBEF
<b>Verificar/Comprovar Leis e Teorias</b>	7	23	24	29
<b>Facilitar a Aprendizagem</b>	15	8	-	1
<b>Ensinar o Método Científico</b>	-	1	-	-
<b>Ensinar Habilidades Práticas</b>	2	3	-	-
<b>Explorar Fenômenos</b>	-	6	-	-

Os experimentos que têm como objetivo facilitar a aprendizagem e a compreensão dos conceitos, em sua maioria, tem como grau de direcionamento a demonstração e a ênfase matemática adotada é qualitativa (vide Tabela 4.10). Já os que visam ensinar o método

científico, ensinar habilidades práticas e explorar fenômenos têm como grau de direcionamento a investigação, sendo estas também de cunho qualitativo (vide Tabela 4.10).

Como exemplos de atividades que têm como objetivo verificar/comprovar leis e teorias científicas tem-se a CBEF [16] e RBEF [75]. No primeiro é proposta a determinação do coeficiente de restauração (ou restituição) entre uma bola e o piso horizontal através da medição do intervalo de tempo em que ela permanece pulando. Esse intervalo de tempo é medido através de um cronômetro. O segundo tem como objetivo determinar o valor da aceleração gravitacional local, utilizando um corpo em queda levando em consideração a resistência do ar no regime de baixas velocidades. Para isso, utiliza-se um sistema mecânico para a medição de pequenos intervalos de tempo, com o qual se obtêm os dados para o estudo do comportamento da posição do corpo em função do tempo.

Quanto à habilidade facilitar a aprendizagem e a compreensão dos conceitos, tem-se a CBEF [33] na qual são comparados os movimentos simultâneos de duas esferas que rolam sobre um par de pistas adjacentes com o intuito de discutir qual esfera atinge primeiro o final da pista e a RBEF [98] que utiliza diversas atividades para o estudo da conservação do momento angular por meio da articulação entre abordagem experimental e discussão dos modelos teóricos.

O ensino do método científico é considerado apenas em RBEF [103]. O objetivo deste trabalho é procurar compreender até que ponto os alunos do primeiro ano do ensino médio conseguem construir uma aproximação com o conceito científico de medição quando estão envolvidas apenas questões provocativas e experimentos preparados para induzir essa construção. Para isso, é solicitada a medida do alcance de uma bola de aço em função da altura da qual ela é liberada a partir do repouso de uma rampa inclinada.

Quanto ao ensino de habilidades práticas, pode-se citar como exemplos a CBEF [17] e RBEF [74]. No primeiro é proposta a utilização da teoria de erros como ferramenta para a especificação da precisão e escolha dos instrumentos e equipamentos a serem utilizados em uma montagem experimental. Neste sentido, é solicitado aos alunos escolher, com a ajuda da análise de incertezas, um cronômetro para compor um dispositivo de determinação da aceleração de corpos em queda vertical com uma precisão de centésimos de  $m/s^2$ . O objetivo do segundo trabalho é discutir quais parâmetros devem ser levados em conta na construção de carretéis de pequeno fator geométrico para que eles rolem com a maior aceleração possível sobre um plano inclinado.

A exploração de fenômenos foi considerada, por exemplo, na RBEF [55] e RBEF [117]. Na primeira, propõe-se o estudo do conceito de tempo e suas medições e a investigação

dos parâmetros que afetam o funcionamento de um pêndulo simples. Na segunda, é apresentada uma possível abordagem para os conceitos de velocidade média e instantânea, levando em consideração o construtivismo e o ensino por investigação.

#### 4.5. Natureza da Proposta Experimental

Na análise da natureza da proposta experimental nos trabalhos considerados verificou-se se elas podem ser identificadas como descrição ou apresentação. Como descrição, a proposta apresenta a realização da atividade no tempo e no espaço, ou seja, o artigo explicita o local, os envolvidos, etc. A apresentação, por sua vez, consiste na descrição do experimento sem indicar as circunstâncias espaciais e temporais na realização do mesmo. Neste sentido, muitas vezes, ele ainda não foi realizado em sala de aula ou laboratório, por isso, a denominação de apresentação. A Tabela 4.11 apresenta esses dados e a Tabela B.11 mostra os artigos distribuídos de acordo com a natureza delas.

**Tabela 4.11: Natureza do trabalho experimental**

<b>Natureza</b>	<b>RBEF</b>	<b>CBEF</b>	<b>Total</b>
Apresentação	52	42	94
Descrição	19	6	25
<b>Total</b>	<b>71</b>	<b>48</b>	<b>119</b>

Conforme indica a Tabela 4.11, aproximadamente 80% dos trabalhos analisados foram classificados como de apresentação. A natureza da proposta foi considerada por Pedroso (2009). Neste trabalho a autora classificou a natureza da proposta em relato, descrição e pesquisa científica e concluiu que 50% dos trabalhos são relatos, 7% de descrição e 29% de pesquisa científica. Para ela, relatos de experiências são artigos que narram a implementação de atividades experimentais e que não apresentaram um problema e uma metodologia para resolvê-lo. Os textos nos quais foram detectados a presença de um problema e de uma metodologia foram considerados pesquisas.

São exemplos de propostas cuja natureza é apresentação, dentre outras, a CBEF [24] que sugere a construção da fonte de Heron com garrafas de refrigerantes descartáveis para ilustrar princípios hidrodinâmicos e a RBEF [52] que aborda o movimento retilíneo e uniforme com o uso de um tubo contendo óleo de cozinha no qual são introduzidos gotas de uma mistura com óleo, álcool e tinta de escrever. As que se enquadram na natureza de descrição incluem, entre outras, a CBEF [32] que foi implementada na Faculdade de Ciências Exatas da Universidade Nacional do Centro da Província de Buenos Aires com o objetivo de

caracterizar o movimento de uma esfera em um plano inclinado e a RBEF [92] que relata o uso de um experimento para o estudo do princípio de Arquimedes nos cursos de ciências matemáticas e naturais e de tecnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

#### 4.6. Conteúdos Específicos de Mecânica

Os conteúdos específicos de Mecânica aqui considerados englobam: cinemática, dinâmica, energia e estática. Na Tabela 4.12 é apresentado o número de artigos correspondente a cada conteúdo de Mecânica abordado e a Tabela B.12 mostra a distribuição desses artigos em função do conteúdo. Considerando a Tabela 4.12, observa-se a predominância de propostas relacionadas à dinâmica (50%). Em segundo lugar, encontra-se a cinemática (29%) e em terceiro lugar o conteúdo de estática (11%). As que consideram, ao mesmo tempo, a cinemática e a dinâmica correspondem a 10% do total dos artigos analisados. Por fim, verifica-se que não foram encontradas propostas que abordam o conteúdo de energia.

As Tabelas 4.13, 4.14 e 4.15 mostram os tópicos específicos de cada um dos conteúdos que foram identificados nos trabalhos. Os artigos relacionados a cada um desses tópicos também estão apresentados nas Tabelas B.13, B.14 e B.15. Verifica-se nestas tabelas que o tema mais abordado de cinemática é o movimento vertical livre com 35%, Tabela 4.13. Na dinâmica, as leis de Newton são o conteúdo mais considerado com 33%, Tabela 4.14. Na estática, o assunto que prevalece com 61% é a estática dos fluídos, Tabela 4.15,.

**Tabela 4.12: Conteúdos específicos de Mecânica**

<b>Conteúdos Específicos</b>	<b>RBEF</b>	<b>CBEF</b>	<b>Total</b>
Cinemática	17	17	34
Dinâmica	41	19	60
Estática	5	8	13
Cinemática/Dinâmica	8	4	12
<b>Total</b>	<b>71</b>	<b>48</b>	<b>119</b>

**Tabela 4.13: Conteúdos relacionados à cinemática**

<b>Cinemática</b>	<b>RBEF</b>	<b>CBEF</b>	<b>Total</b>
Velocidade/Aceleração	2	2	4
Movimento Uniforme	2	1	3
M. U. Variado	3	3	6
M. Vertical Livre	6	6	12
M. Projéteis	4	5	9
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>34</b>

**Tabela 4.14: Conteúdos relacionados à dinâmica**

<b>Dinâmica</b>	<b>RBEF</b>	<b>CBEF</b>	<b>Total</b>
Leis de Newton	13	7	20
Conservação do Momento Linear	4	2	6
Oscilações	14	2	16
Dinâmica Rotacional	7	3	10
Mecânica dos Fluídos	3	5	8
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>19</b>	<b>60</b>

**Tabela 4.15: Conteúdos relacionados à estática**

<b>Estática</b>	<b>RBEF</b>	<b>CBEF</b>	<b>Total</b>
Equilíbrio	1	2	3
Equilíbrio de Corpos Extensos	0	2	2
Estática dos Fluídos	4	4	8
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>13</b>

Os Gráficos 4.1 e 4.2 mostram o número de artigos por década para cada conteúdo de Mecânica considerado, sendo o primeiro relativo à RBEF e o segundo ao CBEF. A partir desses gráficos é possível perceber que a estática só começa a aparecer na RBEF a partir do ano 2000 e que ela está presente no CBEF em todas as décadas, exceto no período de 2010 a 2013. Além disso, vê-se também que a dinâmica é o assunto mais explorado nos artigos a partir de 1990 na RBEF. O Gráfico 4.2, em relação ao CBEF, mostra que na década de 1980-1989 o número de artigos que abordam a dinâmica foi maior que os dos outros conteúdos. Na década de 1990-1999, também para o CBEF, a distribuição dos artigos em relação aos conteúdos foi mais uniforme. De 2000 a 2013 passou a haver prevalência da cinemática nos artigos analisados.

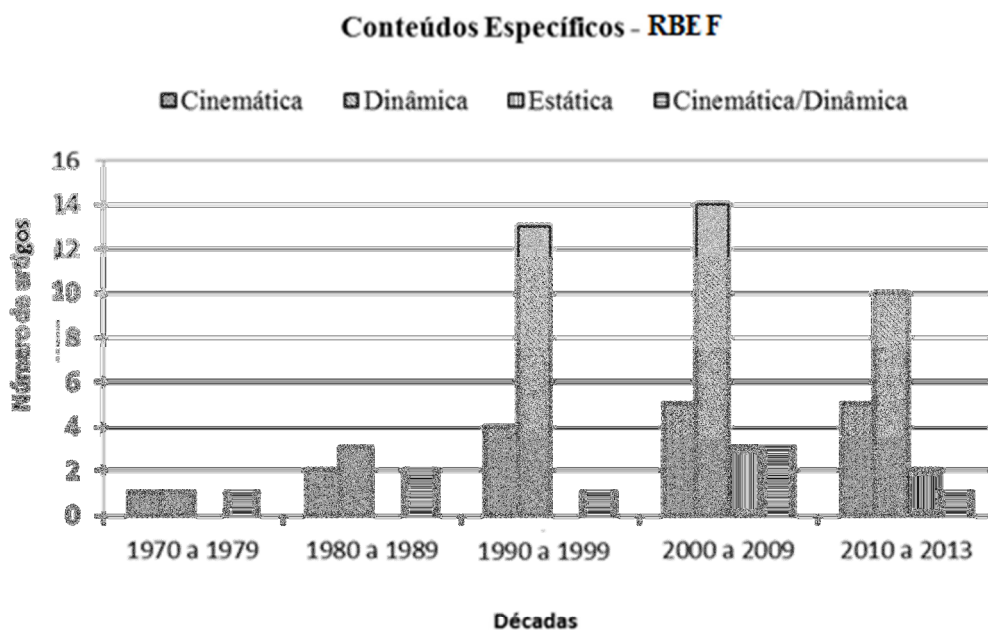


Gráfico 4.1: Artigos por década da RBEF e conteúdos específicos de Mecânica

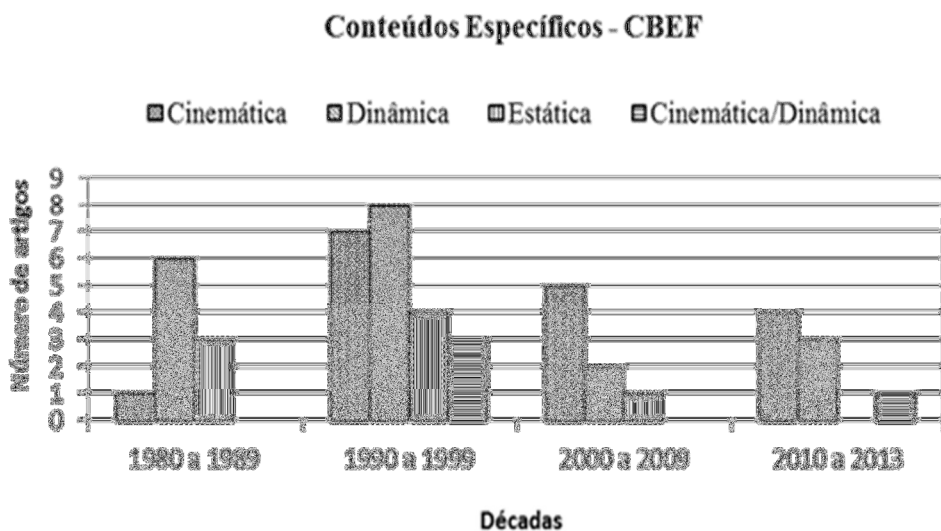


Gráfico 4.2: Artigos por década do CBEF e conteúdos específicos de Mecânica

Souza e Donangelo (2012) apontam que no currículo de Física do ensino médio cada vez menos a cinemática tem sido considerada. Para esses autores, isso acontece devido, em parte, à forma como seus conceitos são tradicionalmente trabalhados, ou seja, fora da realidade do educando e privilegiando seus aspectos matemáticos, o que tem comprometido a capacidade de raciocínio dos alunos e contribuindo para a formação de uma imagem equivocada da Física, de que esta se reduz ao uso de fórmulas a serem decoradas e aplicadas em situações descontextualizadas. Para eles,



Este ostracismo da cinemática se contrasta com sua importância para a física e para as ciências naturais em geral. Há quem diga que a cinemática deveria ceder lugar à dinâmica no currículo do Ensino Médio, mas nossa posição é diametralmente oposta a esta. Não desejamos polemizar, mas lembramos ao leitor que o estudo do movimento é o germe da física, como a própria história da ciência testifica (p.3503-1).

Esta realidade também é apontada por Catelli *et al.* (2010), Segundo eles, abusa-se do ensino repetitivo que envolve soluções de problemas em grande quantidade e, frequentemente, sem relevância para os educandos.

É inevitável: em algum momento, ao longo de uma consulta a qualquer currículo de ensino médio, surgirá a cinemática. Junto com o estudo de movimentos retilíneos uniformes e acelerados, aparecerá também a invariável coleção de formulas e gráficos, e é a que grande parte dos professores começa a detectar problemas de aprendizagem [...]. Outra reclamação comum refere-se à falta de interesse por parte dos alunos pelo conteúdo, ou se este aparece, o faz quase sempre associado a motivações extrínsecas, do tipo “estudar para o vestibular” (p. 1503-1).

Ainda sobre este assunto, Axt (1999) e Pereira *et al.* (2012) argumentam que a abordagem da cinemática nas escolas do nível médio esbarra sempre na dificuldade de se obter medidas de tempo que sejam confiáveis e reproduzíveis. Para Pereira *et al.* (2012),

além da medida da posição, no estudo da cinemática necessita-se da medida do tempo em que o fenômeno observado ocorre. Contudo, fenômenos muito rápidos apresentam dificuldades nas medidas do tempo, fazendo-se necessária a introdução de sofisticados instrumentos de medida, como relógios elétricos chaveados, células fotoelétricas conectadas à interface de um computador que registram o momento da passagem de um objeto, e câmeras fotográficas expostas à luz estroboscópica. Esses equipamentos só estão disponíveis às instituições com laboratórios próprios e que tenham recursos financeiros para adquiri-los. (p. 269)

O conteúdo mais abordado em cinemática foi o de queda livre. Dentre as abordagens que podem ser trabalhadas em queda livre é o estudo da independência das propriedades dos corpos (massa, composição, química, forma, etc.) que, segundo Lunazzi e de Paula (2007), “é uma das experiências mais simples, porém uma das mais importantes da Mecânica, tendo sido realizada e repensada repetidamente por diversos cientistas tais como Galileu e Newton” (p. 1).

O estudo do lançamento vertical também é um tema trabalhado em atividades práticas. Na visão de Taveira *et al.* (1992), este conteúdo se constitui em uma parte importante do curso de Mecânica onde as leis básicas da composição de movimentos ortogonais podem ser estudadas e, em função disso, este assunto está presente em todos os cursos básicos de física e é abordado tanto teórica quanto experimentalmente. Entretanto, esses autores afirmam que “demonstrações experimentais em sala de aula são raras e normalmente limitam-se a mostrar a distância alcançada pelo projétil, quase nunca obtendo diretamente a trajetória” (p. 38).

Em se tratando da dinâmica, Pupo e Ziemath (2002) assinalam que a determinação experimental do momento de inércia de um corpo rígido constitui em um desafio para alunos e professores, pois geralmente envolve medidas de intervalos de tempo muito curtos. Segundo eles, “a incerteza do cronômetro, aliada ao tempo de resposta do operador do mesmo, pode acarretar erros significativos na aceleração do deslocamento da massa suspensa” (p. 116). Conforme assinala Almeida *et al.* (1995), dificuldades também são encontradas no estudo da mecânica dos fluidos, principalmente devido à falta de experimentos simples e precisos para ilustrar e trabalhar este tópico. Além disso, Macedo Junior e Jesus (2011) afirmam que esta parte da dinâmica é abordada atualmente em muitas escolas de nível médio com muita rapidez, e em alguns casos é deixada de lado.

A dinâmica rotacional é um tópico mais trabalhado no ensino superior, sendo experimentalmente voltado para cursos de ciências exatas conforme atestam Pintão *et al.* (2005). Para eles, geralmente estes experimentos envolvem a medida da inércia de rotação de discos, anéis e partículas juntamente com a medida de tempo.

Outro tópico de dinâmica que geralmente é mais considerado no ensino superior é o conteúdo de oscilações, cujo estudo se dá através de pêndulos. Desta forma, Arnold *et al.* (2011) afirmam que experimentos com pêndulos são sempre trabalhados em laboratório na maior parte das disciplinas que abordam Física elementar. Para estes autores,

Dos diversos tipos de pêndulos, o pêndulo simples é um dos experimentos mais conhecidos e didáticos desenvolvido nos cursos elementares de física. Mesmo com sua inerente simplicidade, o conhecimento de física necessário para um entendimento mais aprofundado não é acessível a um estudante iniciante. Da mesma forma, a obtenção de resultados mais precisos e exatos necessita de instrumental de laboratório de alto custo, fato que é incompatível com a realidade da maioria dos laboratórios de ensino (p. 4311-1).

Quanto à estática, Almeida e Vaniel (1995) apontam que o estudo desse conteúdo, nas escolas de ensino fundamental e médio, fica comprometido devido à dificuldade de se obter medidas de força em situações de equilíbrio que sejam confiáveis e reproduzíveis. Quanto ao tema da flutuação dos corpos, Longhini *et al.* (2011) consideram que ele pode ser trabalhado desde os primeiros anos da escolarização básica, visto que, “a princípio, é associado ao ensino de física que, por sua vez, é um componente curricular presente prioritariamente no ensino médio” (p. 3401-1).

Nas Tabelas 4.16, 4.17, 4.18 e 4.19 são apresentados os números de artigos relacionando, respectivamente, os conteúdos de Mecânica com os níveis de ensino, com o grau de direcionamento, com a ênfase matemática e com as habilidades adquiridas e as

Tabelas B.16, B.17, B.18 e B.19, por sua vez, na ordem supramencionada, mostram a distribuição dos artigos em função de cada uma dessas relações.

A Tabela 4.16 mostra que a grande maioria das propostas destinadas ao ensino superior e ao ensino médio trabalha com a dinâmica, sendo as leis de Newton o conteúdo mais abordado (Tabela 4.14). Pode-se ver ainda que para o ensino superior há um número considerável de atividades que consideram o conteúdo de oscilações (Tabela 4.14). Quanto ao conteúdo de cinemática, ele também é destinado, em sua maioria, ao ensino médio e ao ensino superior, sendo o movimento vertical livre o conteúdo mais abordado, conforme indicam as Tabelas 4.16 e 4.13. Para estes níveis também são destinadas a maioria das propostas que abordam o conteúdo de estática, sendo estática dos fluidos o conteúdo mais considerado (Tabelas 4.16 e 4.15).

**Tabela 4.16: Conteúdos específicos de Mecânica e nível de ensino**

	Cinemática		Dinâmica		Estatica		Cin./Dinam.	
	CBEF	RBEF	CBEF	RBEF	CBEF	RBEF	CBEF	RBEF
<b>Ensino Fundamental</b>	1	-	-	1	-	2	-	1
<b>Ensino Médio</b>	4	5	9	4	1	-	-	2
<b>Ensino Superior</b>	6	6	5	30	2	2	4	4
<b>Ensino Fund./Médio</b>	-	1	-	-	1	-	-	-
<b>Ensino Médio/Superior</b>	6	5	5	6	4	1	-	1

A Tabela 4.17 informa que o grau de direcionamento que mais prevalece é o de verificação em todos os conteúdos de Mecânica. Vê-se também que não foram encontrados experimentos de cinemática na RBEF de cunho demonstrativo e que estão ausentes no CBEF trabalhos que abordam a estática e, ao mesmo tempo, sejam de investigação.

**Tabela 4.17: Conteúdos específicos de Mecânica e grau de direcionamento**

	Cinemática		Dinâmica		Estatica		Cin./Dinam.	
	CBEF	RBEF	CBEF	RBEF	CBEF	RBEF	CBEF	RBEF
<b>Demonstração</b>	8	-	8	7	3	2	1	1
<b>Verificação</b>	7	10	9	25	5	1	3	7
<b>Investigação</b>	2	7	2	9	-	2	-	-

Relacionando conteúdos específicos de Mecânica e ênfase matemática, a Tabela 4.18 indica que há prevalência de propostas qualitativas nas que abordam a cinemática e para as que abordam os demais conteúdos, praticamente, a quantidade de quantitativas e qualitativas é a mesma.

**Tabela 4.18: Conteúdos específicos de Mecânica e ênfase matemática**

	Cinemática		Dinâmica		Estática		Cin./Dinam.	
	CBEF	RBEF	CBEF	RBEF	CBEF	RBEF	CBEF	RBEF
<b>Qualitativa</b>	10	13	9	19	4	4	1	5
<b>Quantitativa</b>	7	4	10	22	4	1	3	3

Na Tabela 4.19 verifica-se que as atividades que abordam tanto a cinemática quanto a dinâmica e estática, em sua maioria, contemplam a habilidade de verificar/comprovar leis e teorias científicas. O ensino do método científico foi encontrado apenas em um experimento que aborda a cinemática. Além disso, não foram encontrados experimentos de estática que visam ensinar o método científico, ensinar habilidades práticas e explorar fenômenos.

O conteúdo de cinemática é abordado, por exemplo, em CBEF [36] e em RBEF [117]. Na primeira é discutida a influência do raio efetivo no movimento de projéteis esféricos quando lançados horizontalmente. Para isso, são efetuadas medidas dos módulos das componentes horizontal e vertical da posição de projéteis esféricos de aço, após terem sido liberados de diversas alturas em uma pista de alumínio sulcada. Na segunda, propõe-se a descoberta de uma forma de estimar a rapidez de um carrinho de corrida e posterior discussão acerca da confiabilidade do método utilizado.

O conteúdo de estática é trabalhado em CBEF [4], no qual é explorado o conceito de pressão atmosférica através de uma tábua apoiada sobre uma mesa e coberta com uma folha de jornal e em RBEF [111] é discutido o conceito de flutuação através da utilização de diversos tipos de corpos que serão introduzidos em um recipiente contendo água.

A dinâmica é considerada, dentre outras, em CBEF [5] que enfoca a realização de medidas de massa de corpos utilizando um sistema suporte-mola e uma régua, sendo a segunda lei de Newton utilizada para o cálculo da massa considerando as forças que atuam no corpo e em RBEF [110] que visa à obtenção do valor da aceleração gravitacional por meio da medida do período de oscilação de um anel que oscila em torno de dois eixos.

**Tabela 4.19: Conteúdos específicos de Mecânica e habilidades adquiridas**

	Cinemática		Dinâmica		Estática		Cin./Dinam.	
	CBEF	RBEF	CBEF	RBEF	CBEF	RBEF	CBEF	RBEF
<b>Verificar/Comprovar leis e teorias científicas</b>	10	10	13	31	5	3	3	8
<b>Facilitar a aprendizagem e compreensão dos conceitos</b>	6	2	5	5	3	2	1	-
<b>Ensinar o método científico</b>	-	1	-	-	-	-	-	-
<b>Ensinar habilidades práticas</b>	1	2	1	1	-	-	-	-
<b>Explorar fenômenos</b>	-	2	-	4	-	-	-	-

## Capítulo 5

### Análise e Resultados

### Recursos Didáticos

Neste capítulo são apresentados a análise e os resultados relacionados ao terceiro objetivo específico, descrito no Capítulo 2. São identificadas nos artigos analisados as propostas experimentais levando em consideração os seguintes aspectos: o uso de material de baixo custo, a presença de roteiros e o uso do computador.

#### 5.1. Material de Baixo Custo

O primeiro ponto analisado foi a presença ou não de materiais de baixo custo nas propostas experimentais. Os resultados obtidos estão mostrados na Tabela 5.1 e a Tabela C.1 apresenta a distribuição dos artigos em função do uso ou não de materiais de baixo custo. As Tabelas 5.2, 5.3 e 5.4 mostram o resultado da intersecção feita entre as propostas que consideram o uso ou não de materiais de baixo custo com o nível de ensino, com o grau de direcionamento e com a natureza da proposta, respectivamente, e as Tabelas C.2 e C.3 e C.4 apresentam a distribuição dos artigos a partir destas relações, nesta mesma ordem. O Gráfico 5.1 traz o número de atividades que utilizam materiais de baixo custo por década e o Gráfico 5.2 mostra a média anual das propostas que utilizam esses materiais alternativos.

**Tabela 5.1: Uso de materiais de baixo custo**

<b>Baixo Custo</b>	<b>RBEF</b>	<b>CBEF</b>	<b>Total</b>
Sim	26	41	67
Não	45	7	52
<b>Total</b>	<b>71</b>	<b>48</b>	<b>119</b>

A Tabela 5.1 mostra que 56% dos artigos analisados utilizam materiais de baixo custo e 44% não os utilizam. Ao se considerar cada periódico isoladamente, constata-se que a grande maioria das propostas apresentadas no CBEF (85%) faz uso de materiais de baixo custo. Quanto a RBEF, essa predominância não se verifica, pois grande parte deles traz experimentos que requerem equipamentos mais sofisticados como aparelhos eletrônicos, computadores, etc. Desta forma, 63% dos artigos analisados deste periódico, não fazem uso de materiais de baixo custo. Vale ressaltar também que 9 propostas experimentais, sendo 5 do CBEF e 4 da RBEF, utilizam conjuntamente materiais de baixo custo e outros tipos de

materiais como equipamentos eletrônicos e de laboratórios, por exemplo. É o caso de RBEF [105], que para o estudo do conceito de inércia galileano, utiliza um tubo de PVC, um microcomputador e sensores de luz para aquisição automática de dados.

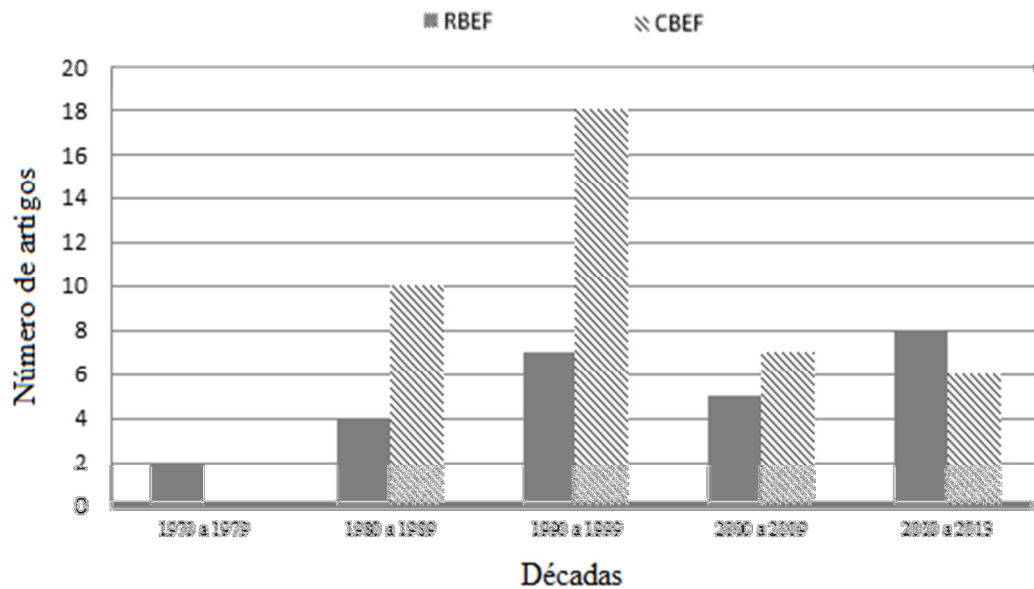


Gráfico 5.1: Uso de materiais de baixo custo por década

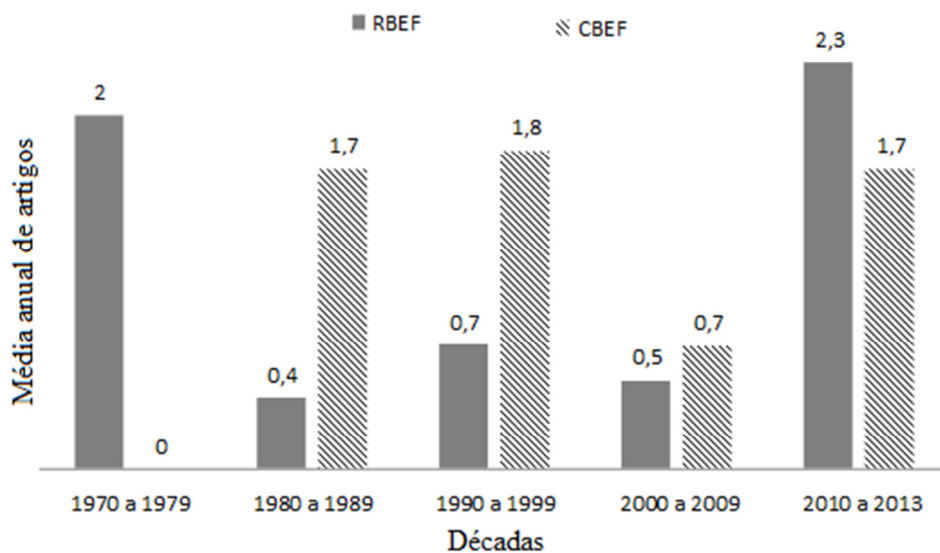


Gráfico 5.2: Média anual de propostas que usam materiais de baixo custo por década

Sauerwein *et al.* (2009), que analisaram artigos voltados às atividades experimentais, publicados na RBEF e no CBEF entre o início da década de 80 e o da de 90, mostraram que na década de 1990 houve a proliferação dos chamados laboratórios de demonstração, bem como do uso do microcomputador em laboratório e da produção de experimentos com material de baixo custo. Esse resultado é compatível com o encontrado em

nossa análise, conforme pode ser visto no Gráfico 5.1, que mostra que aproximadamente 40% das atividades com materiais de baixo custo foram propostos na década de 1990-1999. Em relação a todas as propostas experimentais analisadas por década, encontra-se que 100% correspondem a atividades com materiais de baixo custo em 1970-1979, 82% em 1980-1989, 62% em 1990-1999, 37% em 2000-2009 e 54% em 2010-2013. O Gráfico 5.2, por sua vez, mostra que média anual de proposta com este tipo de material é maior no período de 2010 a 2013 na RBEF. Em relação ao CBEF, essa média tem se mantido uniforme, exceto na década de 2000-2009.

São exemplos de propostas que fazem uso de material de baixo custo, dentre outras, a que visa demonstrar o fenômeno de Venturi por meio de folhas de papel e canudo de plástico [CBEF, 12] e a que propõe o uso de espirais de encadernação como molas para o estudo da lei de Hooke [RBEF, 89].

Relacionando o uso de materiais de baixo custo nos trabalhos analisados com o nível de ensino, a Tabela 5.2 mostra que a maioria das propostas destinadas ao ensino médio faz uso de materiais de baixo custo, sendo isto mais evidente no CBEF. Na RBEF prevalecem trabalhos que não utilizam este tipo de material, sendo estes, em sua maioria, voltados para o ensino superior.

**Tabela 5.2: Uso de materiais de baixo custo e nível de ensino**

	Sim		Não	
	CBEF	RBEF	CBEF	RBEF
<b>Ensino Fundamental</b>	1	4	-	-
<b>Ensino Médio</b>	14	8	-	3
<b>Ensino Superior</b>	12	6	5	36
<b>Ensino Fundamental/Médio</b>	1	1	-	-
<b>Ensino Médio /Superior</b>	13	7	2	6

O uso de materiais de baixo custo é utilizado em atividades de demonstração, verificação e investigação, conforme apresenta a Tabela 5.3, que relaciona o uso de materiais de baixo custo e o grau de direcionamento. No CBEF há predomínio do uso destes materiais em atividade de demonstração e verificação. No caso da investigação, este predomínio se



verifica na RBEF. Neste periódico verifica-se também que há um número considerável de atividades de verificação que não faz uso de materiais de baixo custo.

**Tabela 5.3: Uso de materiais de baixo custo e grau de direcionamento**

	Sim		Não	
	CBEF	RBEF	CBEF	RBEF
<b>Demonstração</b>	19	7	1	3
<b>Verificação</b>	19	8	5	35
<b>Investigação</b>	3	11	1	7

Considerando o uso de materiais de baixo custo e a natureza da proposta, a Tabela 5.4 mostra que no CBEF há predominância de materiais de baixo custo em propostas cuja natureza é a apresentação. Na RBEF, ao contrário, trabalhos classificados como apresentação, que são maioria, não fazem uso de materiais de baixo custo.

**Tabela 5.4: Uso de materiais de baixo custo e natureza da proposta**

	Sim		Não	
	CBEF	RBEF	CBEF	RBEF
<b>Apresentação</b>	36	13	6	39
<b>Descrição</b>	5	13	1	6

Para Pimentel *et al.* (1989), Axt e Moreira (1991), Saba *et al.* (1999), Valadares (2001), Micha *et al.* (2011) e Duarte (2012), a experimentação com materiais de baixo custo representa um recurso que pode ser usado em todas as escolas, transpondo, assim, a falta de equipamentos cuja aquisição seria inviável para a grande maioria das escolas.

Segundo Duarte (2012) o uso de equipamentos de baixo custo pode permitir a aproximação entre os estudantes e os conteúdos que serão trabalhados, viabilizando equipamentos de fácil acesso em lugar de equipamentos didáticos sofisticados disponíveis no mercado cuja aquisição ficaria inviável para a grande maioria das escolas. Nessa perspectiva, Valadares (2011) defende a inclusão de experimentos simples com a utilização de materiais reciclados e de baixo custo como meio de estimular os alunos a terem uma atitude mais participativa no processo de ensino, além de tornar os experimentos mais acessíveis as escolas, especialmente aquelas desprovidas de recursos financeiros.

A apresentação de experimentos de baixo custo em sala de aula do ensino médio também é sugerida por Micha *et al.* (2011), onde os recursos experimentais no ensino de

Física, segundo eles, geralmente são escassos. A necessidade de realizar experimentos de baixo custo também já foi assinalada na década de 1980 por Pimentel *et al.* (1989), ao considerarem a necessidade de se desenvolver equipamentos mais adequados à realidade brasileira, pois seria uma das formas mais eficazes de transpor as dificuldades materiais ou operacionais vivenciadas pelas escolas do setor secundário. Nesta perspectiva, devido à escassez de recursos, Axt e Moreira (1991) sugerem que os professores devem buscar materiais alternativos e envolver os alunos na confecção de experimentos com esses materiais.

## 5.2. Presença de Roteiros

A presença de roteiros também foi analisada nos artigos em questão. A Tabela 5.5 mostra o resultado desta análise e a Tabela C.5 apresenta a distribuição dos artigos em função desta categoria.

**Tabela 5.5: Presença de roteiros**

<b>Presença de Roteiro</b>	<b>RBEF</b>	<b>CBEF</b>	<b>Total</b>
Sim	4	1	5
Não	67	47	114
<b>Total</b>	<b>71</b>	<b>48</b>	<b>119</b>

Vê-se da Tabela 5.5 que a grande maioria dos artigos analisados, quase 100% deles, não traz roteiros que serão usados na realização das atividades experimentais. Os que trazem roteiros são apenas cinco. Dentre os que trazem roteiros, tem-se o RBEF [52] que propõe o estudo do movimento retilíneo e uniforme e o RBEF [65] que aborda a dinâmica dos fluidos viscosos. Nestes casos, os roteiros explicitam os objetivos que se pretendem alcançar bem como os procedimentos que serão adotados na realização da atividade.

O uso ou não de roteiros define o grau de estruturação de uma atividade experimental, conforme atesta Andrade (2010). Assim, de acordo com este pesquisador, o laboratório didático estruturado é aquele no qual os alunos fazem uso irrestrito dos manuais/roteiros com o fim de alcançar os objetivos pretendidos por meio da atividade prática. Desta forma, nos roteiros estão contidos todos os passos que os alunos devem dar para alcançar tais objetivos. Sendo assim, estes manuais não permitem que o aluno use sua criatividade durante o desenvolvimento da experimentação, visto que todo o procedimento experimental está estabelecido nos roteiros que se farão uso. Assim, segundo Borges (2002), "o problema, os procedimentos e recursos são dados pelo professor, livro ou roteiro, ficando para o aluno a tarefa de colher dados e tirar as conclusões" (p. 22).

Para Ventura e Nascimento (1992), nas aulas de Física, normalmente, o conteúdo é abordado por meio de aulas expositivas e aulas de laboratório nos quais se faz uso de roteiros contendo uma introdução teórica, a apresentação do procedimento experimental seguido, às vezes, por um questionário cujas respostas obtidas pelos alunos serão avaliadas pelo professor.

O uso do laboratório estruturado, segundo Ramos e Vertchenko (2011), pode oferecer uma sequência de atividades que permite orientar os alunos na organização das ideias e na focalização de problemas que, às vezes, não são observados espontaneamente pelos mesmos. Assim, esta abordagem, de acordo para Ribeiro *et al.* (1997), deve ser utilizada quando os alunos não têm familiaridades com o laboratório didático.

No laboratório didático semi-estruturado, de caráter menos fechado que o laboratório estruturado, os roteiros utilizados têm como objetivo nortear o caminho a ser percorrido pelos alunos que se tornam responsáveis por algumas das decisões que envolvem o desenvolvimento da experimentação (Andrade, 2010).

Finalmente, o laboratório didático aberto ou não estruturado confere ao aluno um grau de liberdade de ação maior na realização do experimento do que nos demais vistos anteriormente.

Ao invés de seguirem o que está prescrito nos manuais, no laboratório não estruturado, cabe ao aluno toda a solução, desde a percepção e geração do problema; sua formulação em uma forma suscetível de investigação; o planejamento do curso de suas ações; a escolha dos procedimentos, a seleção dos equipamentos e materiais, a preparação da montagem experimental, a realização de medidas e observações necessárias; o registro dos dados em tabelas e gráficos; a interpretação dos resultados e enumeração das conclusões (BORGES, 2002, p. 22).

Acerca do laboratório não estruturado, Soares e Borges (2010) afirmam que esse tipo de laboratório talvez seja mais adequado para facilitar a aprendizagem de conceitos, leis e princípios, pois os estudantes têm a oportunidade de desenvolver a capacidade de observação, de descrever fenômenos, de testar hipóteses e de reelaborar explicações causais o que contribuem para facilitar a reflexão e o progresso intelectual do educando.

### **5.3. Uso de Computador**

Por fim, último aspecto considerado foi o uso do computador nas atividades experimentais propostas. Os resultados encontrados estão mostrados na Tabela 5.6 e a distribuição dos artigos em função do uso do computador está mostrada na Tabela C.6. As Tabelas 5.7, 5.8 e 5.9, por sua vez, relacionam o uso do computador com o nível de ensino, com o grau de direcionamento e com a natureza da proposta, respectivamente. Já as Tabelas

C.7, C.8 e C.9, mostram, respectivamente, a distribuição dos artigos considerando estas relações. O Gráfico 5.3 apresenta o número de propostas que utilizam o computador nas atividades experimentais por década e o Gráfico 5.4 mostra a média anual de propostas que utilizam este artefato por década.

**Tabela 5.6: Uso do computador**

<b>Uso do Computador</b>	<b>RBEF</b>	<b>CBEF</b>	<b>Total</b>
Sim	24	5	29
Não	47	43	90
<b>Total</b>	<b>71</b>	<b>48</b>	<b>119</b>

A Tabela 5.6 mostra que 76% dos artigos analisados não utilizam o computador na coleta e análise de dados em suas propostas experimentais, sendo 90% no CBEF e 66% na RBEF. Esse resultado pode estar relacionado, por exemplo, com o fato de que a grande maioria das propostas analisadas do CBEF faz uso de materiais de baixo custo.

A Tabela 5.7, que relaciona o uso do computador com o nível de ensino, mostra que ele é utilizado, em sua maioria, em propostas destinadas ao ensino superior. Entretanto, mesmo para este nível, a maior parte das atividades experimentais não faz uso deste artefato, sendo isto mais evidente na RBEF. Para o ensino fundamental não foram encontradas atividades experimentais que fazem uso do computador.

**Tabela 5.7: Uso do computador e nível de ensino**

	<b>Sim</b>		<b>Não</b>	
	<b>CBEF</b>	<b>RBEF</b>	<b>CBEF</b>	<b>RBEF</b>
<b>Ensino Fundamental</b>	-	-	1	4
<b>Ensino Médio</b>	1	2	13	9
<b>Ensino Superior</b>	3	17	14	26
<b>Ensino Fundamental/Médio</b>	-	-	1	1
<b>Ensino Médio /Superior</b>	1	5	14	7

Através da Tabela 5.8, observa-se o predomínio de atividades de verificação que utilizam o computador. Também se constata que há um número reduzido de propostas de demonstração e investigação que utilizam o computador em atividades experimentais.

**Tabela 5.8: Uso do computador e grau de direcionamento**

	Sim		Não	
	CBEF	RBEF	CBEF	RBEF
<b>Demonstração</b>	2	-	18	10
<b>Verificação</b>	3	20	21	23
<b>Investigação</b>	-	4	4	14

Quanto à natureza da proposta, a Tabela 5.9 informa que a maioria das atividades que utilizam o computador e a maioria que não o empregam, foram classificadas como apresentação.

**Tabela 5.9: Uso do computador e natureza da proposta**

	Sim		Não	
	CBEF	RBEF	CBEF	RBEF
<b>Apresentação</b>	5	19	37	33
<b>Descrição</b>	-	5	6	14

Por fim, o Gráfico 5.3 mostra que o uso do computador nas propostas experimentais é significativo na década de 2000-2009, sendo todas elas da RBEF. O Gráfico 5.4, por sua vez, sinaliza que no período de 2010 a 2013, o número de propostas que utilizam este recurso aumentou em relação aos períodos anteriores, tanto na RBEF quanto no CBEF, sendo que neste último, o aumento foi bem mais expressivo que nas décadas anteriores.

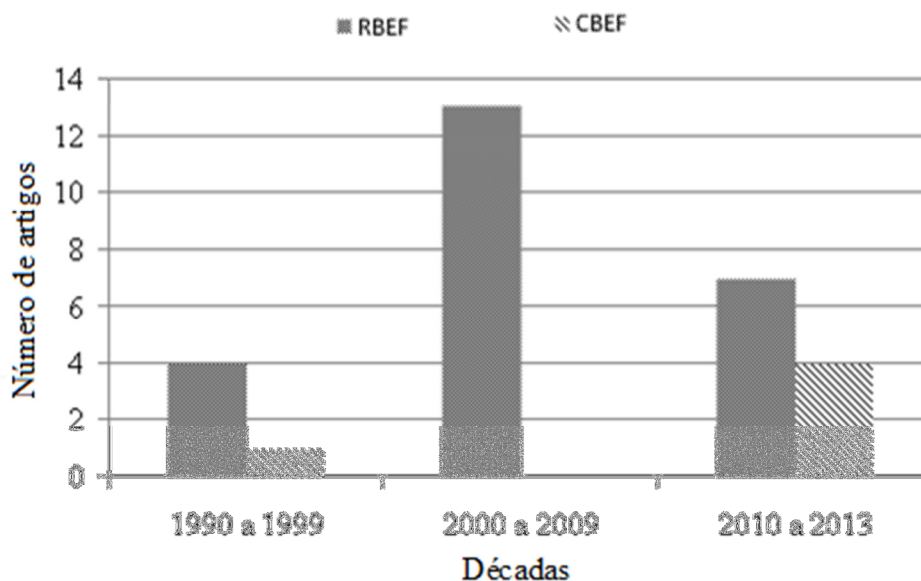


Gráfico 5.3: Uso do computador por década

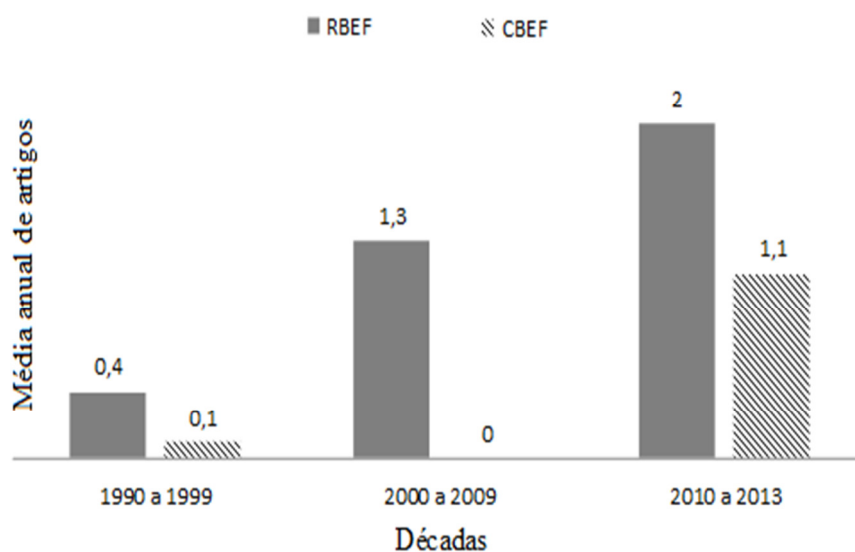


Gráfico 5.4: Média anual de propostas que fazem uso do computador por década

O computador é utilizado, por exemplo, em CBEF [28] para a aquisição e análise de dados no estudo do lançamento horizontal e em RBEF [106] para a leitura da posição de um pêndulo simples que é posto a oscilar para detectar a diminuição da amplitude das oscilações desse pêndulo e ajustar esses dados a um modelo matemático.

Vários pesquisadores têm discutido o papel das novas tecnologias, especificamente quanto ao uso do computador, no ensino de Física (ARAÚJO & ABIB, 2003;

CAVALCANTE & TAVALORO, 1997; MAGALHÃES *et al.*, 2002; CAVALCANTE *et al.*, 2008; CORVELONI *et al.*, 2009; SOARES & BORGES, 2010).

Segundo Corveloni *et al.*(2009), as novas tecnologias podem ser usadas como recursos didáticos auxiliares em atividades experimentais. Esses recursos englobam sistemas eletrônicos de controle, telas de projeção, mecanismos de gravação de dados como computadores, filmadoras, máquinas fotográficas digitais, etc. Para Araújo e Abib (2003), o uso do computador, por exemplo, pode apresentar inúmeras potencialidades, fazendo com que ele seja considerado uma importante ferramenta no ensino de Física. Nesta perspectiva, Magalhães *et al.* (2002) consideram que o computador pode se tornar uma ferramenta cognitiva, pois ele pode criar um ambiente de aprendizagem que possibilita ao aluno o desenvolvimento de habilidades em um contexto que faça parte de seu cotidiano.

Como facilitador de tarefas, o computador, segundo Cavalcante e Tavaloro (1997) e Cavalcante *et al.* (2008), pode se transformar em uma importante ferramenta de ensino e aprendizado e em um recurso capaz de estimular a criatividade do aluno. Segundo eles, este equipamento pode ser usado na simulação de fenômenos físicos e na coleta, armazenamento e análise de dados em tempo real, permitindo que o aluno se dedique de forma mais profunda à interpretação dos resultados obtidos. Desta forma, experimentos podem ser realizados em diferentes condições de contorno transformando as aulas em um ambiente de investigação e pesquisa.

Apesar das suas potencialidades, o computador, segundo esses autores, ainda é pouco utilizado em laboratórios de Física devido à falta de informação dos professores em relação aos recursos disponíveis e pela dificuldade na aquisição de interfaces e *softwares* relacionados à experimentação. Assim, segundo Soares e Borges (2010), o computador tem sido usado nas escolas como simples fonte de consulta para a realização e apresentação de trabalhos. Além disso, conforme salientam Araújo e Abib (2003), apesar de todo o potencial oferecido pelo computador como recurso didático, mesmo assim há um número reduzido de publicações que consideram a utilização de computadores no ensino experimental de Física.

## Considerações Finais

Conforme discutido no decorrer deste trabalho, a experimentação no ensino de Física pode contribuir para o desenvolvimento de habilidades imprescindíveis para a formação do educando, podendo conferir-lhe um papel mais ativo no processo de aprendizado. Entretanto, também é ressaltado que o uso dela não implica, necessariamente, em melhoria da qualidade de ensino se não forem criados espaços de reflexão, discussão e de desenvolvimento de ideias que motivem e cativem os estudantes a aprender Física.

Vários pesquisadores têm discutido o papel da experimentação no ensino de Física e os resultados de suas pesquisas são encontrados na literatura especializada. Algumas destas pesquisas foram discutidas neste trabalho e constatou-se que, apesar de ainda suscitarem muitas questões, há um consenso por parte desses autores quanto ao valor conferido à experimentação no processo de ensino-aprendizagem. Segundo eles, as atividades experimentais se configuram como uma ferramenta riquíssima no processo educativo, entretanto fazem ressalvas quanto ao seu uso, pois ao invés de contribuírem para a formação do educando, podem levá-lo a ter uma visão incorreta da ciência, por exemplo. Portanto, segundo esses autores, os experimentos didáticos devem ser usados com critérios bem definidos, bem planejados a fim de todo potencial educativo da experimentação seja aproveitado.

Enfocando a experimentação, nesta pesquisa procurou-se estudar quais são as concepções, características e enfoques das atividades experimentais em Mecânica presentes nos artigos publicados no Caderno Brasileiro de Ensino de Física e na Revista Brasileira de Ensino de Física, no período compreendido entre o início de suas publicações e junho de 2013. Para isso, foram definidos três objetivos específicos. O primeiro deles consistiu no mapeamento dos artigos publicados a fim de levantar, por exemplo, o número de artigos publicados e a localização da instituição dos autores. No segundo foi feita a análise das propostas experimentais apresentados nos artigos publicados nos quais se procurou identificar o grau de direcionamento, a ênfase matemática e o nível de ensino, entre outros. No terceiro, levaram-se em consideração os recursos didáticos envolvidos nas propostas experimentais, como o tipo de material utilizado, a presença de roteiros e o uso de computador.

Em relação ao primeiro objetivo, constatou-se, a partir do mapeamento feito, que houve um número expressivo de artigos que abordam a experimentação em Mecânica nas décadas de 1990-1999 e de 2000-2009 e que a média anual desses artigos é maior no período



de 2010 a 2013, tanto na RBEF quanto no CBEF, Gráficos 3.1 e 3.2. Verificou-se também que 47 instituições brasileiras, 35 públicas (75%) e 12 particulares (25%), e 11 instituições estrangeiras diferentes estão envolvidas nas publicações. A respeito da localização das instituições brasileiras, Tabela 3.3, 89% dos artigos publicados são provenientes de instituições situadas nas regiões Sul e Sudeste e que a grande maioria dos pesquisadores brasileiros é proveniente dessas mesmas regiões (91%) e isto pode estar relacionado ao fato de que a maior parte dos programas de pós-graduação esteja concentrada nestas regiões. Um ponto importante nesta parte do trabalho foi a constatação de que nenhum autor cuja instituição encontra-se na região Norte publicou artigo que trata da experimentação em Mecânica nas revistas analisadas, Tabela 3.5. Apesar da presença de alguns artigos provenientes de instituições estrangeiras e escritos em outros idiomas, prevalecem nestas revistas os artigos provenientes de instituições brasileiras, Tabela 3.7.

Em relação ao segundo objetivo específico, esta pesquisa também constatou que a maioria das propostas experimentais analisadas tem como grau de direcionamento a verificação, correspondendo a 55%, sendo seguidas pelas demonstrativas com 25% e investigativas com 20%, Tabela 4.1, sendo este resultado equivalente ao obtido por Moreira e Ostermann (1993). Além disso, não houve prevalência entre o número de propostas qualitativas e quantitativas, quando da análise da ênfase matemática adotada por eles no CBEF, já na RBEF, 60% dos artigos analisados apresentam ênfase qualitativa, Tabela 4.2. Para o nível de ensino, Tabela 4.4, verificou-se que preponderam propostas destinadas aos ensinos médio e superior (95%), sendo que, na RBEF observou-se a presença majoritária de propostas destinadas ao ensino superior (em torno de 60%). Para o ensino fundamental, em ambas as revistas, verificou-se a presença de pequeno número de atividades voltadas para este nível, podendo este resultado estar associado ao fato de que a maioria dos professores dessas séries não ter formação direcionada para conceitos específicos da área. Quanto às habilidades adquiridas, Tabela 4.7, verificou-se o predomínio de atividades que tem como habilidade verificar/comprovar leis e teorias científicas (70%) e isto está de acordo com que alguns pesquisadores têm constatado como Araújo e Abib (2003) e Borges (2002). Em segundo lugar, foram encontradas as que têm como habilidade facilitar a aprendizagem e a compreensão dos conceitos (20%). Quanto à habilidade ensinar o método científico, ela foi considerada em apenas uma única proposta experimental. Considerando a natureza do trabalho experimental, verificou-se que aproximadamente 80% dos trabalhos analisados foram classificados como de apresentação, Tabela 4.11.

Considerando os conteúdos específicos de Mecânica, Gráficos 4.1 e 4.2, verificou-se que prevaleceu o estudo da dinâmica nas propostas experimentais, sendo as leis de Newton o conteúdo mais explorado com 33, Tabela 4.14. Quanto à cinemática, o tema mais abordado foi o movimento vertical livre com 35%, Tabela 4.13, e a estática dos fluídos foi o assunto que prevaleceu em estática com 61%, Tabela 14.15. Constatou-se também que a estática só começa a aparecer na RBEF a partir do ano 2000 e que ela está presente no CBEF em todas as décadas analisadas, exceto no período de 2010 a 2013. Além disso, no CBEF o número de artigos que abordam a dinâmica foi maior que os dos outros conteúdos na década de 1980-1989 e que na década de 1990-1999 a distribuição dos artigos em relação aos conteúdos foi mais uniforme. De 2000 a 2013, também no CBEF, passou a haver prevalência da cinemática nos artigos analisados.

As correlações entre os pontos discutidos no segundo objetivo específico permitiram concluir que ocorre a prevalência de:

- atividades que apresentam grau de direcionamento verificação com ênfase matemática quantitativa - 41% (Tabela 4.3);
- propostas quantitativas destinadas ao ensino superior - 38% (Tabela 4.5);
- trabalhos experimentais com grau de direcionamento verificação destinados ao nível superior - 47% (Tabela 4.6);
- propostas que têm como habilidade verificar/comprovar leis e teorias científicas voltadas ao ensino superior - 57% (Tabela 4.8);
- atividades com grau de direcionamento verificação que apresentam a habilidade verificar e/ou comprovar leis e teorias científicas - 55% (Tabela 4.9);
- atividades com a habilidade de verificar e/ou comprovar leis e teorias científicas com abordagem matemática quantitativa - 44% (Tabela 4.10);
- propostas destinadas ao ensino superior que trabalham com o conteúdo de dinâmica - 39% (Tabela 4.16);
- trabalhos com grau de direcionamento verificação que exploram o conteúdo de dinâmica - 29% (Tabela 4.17);
- propostas com ênfase matemática quantitativa que trabalham com o conteúdo de dinâmica - 27% (Tabela 4.18);
- atividades que têm como habilidade verificar/comprovar leis e teorias científicas que exploram o conteúdo de dinâmica - 37% (Tabela 4.19).

Quanto aos resultados obtidos em relação ao terceiro objetivo específico, constatou-se que é significativo o número de propostas que fazem uso de material de baixo custo (56%) e que estas, em sua maioria, foram publicadas no CBEF, Tabela 5.1, sendo predominantemente destinadas ao ensino médio, Tabela 5.2. Além disso, a maior parte das propostas não faz uso de roteiros, Tabela 5.5, e não utilizam o computador na coleta e análise de dados, Tabela 5.6. Por fim, verificou-se também que o computador é utilizado em propostas destinadas ao ensino superior, Tabela 5.7, sendo estas, em sua maioria, atividades que apresentam grau de direcionamento verificação, Tabela 5.8.

Os resultados obtidos nesta pesquisa sinalizam que as atividades experimentais podem ser trabalhadas sob diferentes concepções, enfoques e características. Neste sentido, independente da abordagem considerada, as atividades experimentais, conforme salientam alguns pesquisadores, devem ser bem planejadas e ter objetivos bem definidos a fim que todo o seu potencial seja bem aproveitado no processo de ensino-aprendizagem. Os resultados também sinalizam que algumas abordagens experimentais têm prevalecido e que esta realidade tem se perpetuado, conforme assinalam alguns pesquisadores relatados nos capítulos anteriores. Desta forma, essas diferentes possibilidades e tendências permitem uma melhor compressão dos trabalhos desenvolvidos e contribui para subsidiar o trabalho de professores do ensino médio, principalmente.

Como proposta de continuidade deste trabalho, entendemos ser possível em outros tópicos de Física além da Mecânica. Isto permitirá uma maior compreensão sobre das diversas maneiras que o professor tem a sua disposição quando resolver fazer uso de atividades experimentais como um recurso pedagógico em suas atividades didáticas.

## APÊNDICE A - Relação dos artigos analisados neste trabalho

Os artigos foram listados por ano de publicação.

### A.1- CADERNO BRASILEIRO DE ENSINO DE FÍSICA

#### 1984

1- LIMA, F.R.R. Pêndulo simples - um método simples e eficiente para determinar: uma solução para o ensino médio. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, vol. 1, n.1, p.26-29, 1984.

#### 1985

2- BIANCHI, I; PINHO ALVES, J.P. F<sup>o</sup>. Laboratório caseiro: Pêndulo Balístico. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, vol.2, n.3, p.143-152, 1985.

3- FERREIRA, N.C.; NETO, A.F.F. Demonstre em aula: Densidade relativa. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, vol. 2, n.3, p. 153-154, 1985.

4- PINHO ALVES, J.F<sup>o</sup>. Demonstre em aula: pressão atmosférica. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, vol. 2, n.2, p. 91-92, 1985.

#### 1986

5- HOFMANN, M.P.; GRANDI, C.S. Demonstre em aula: Medindo Massas. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, vol.3, n.2, p.107-108, 1986.

#### 1987

6- PEDUZZI, S.S. Demonstre em aula: um canhão para estudo da conservação do momento linear. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, vol.4, n.1, p. 47-48, 1987.

#### 1988

7- JORGE, W. Demonstre em aula: Forças resistivas. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, vol.5, n.2, p. 115-117, 1988.

8- LOPES, C.O. Uma contribuição didática ao estudo experimental da aceleração devido à gravidade local. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, vol.5, n.1, p. 28-35, 1988.

#### 1989

9- PIACENTINI, J.J. Demonstre em aula: determinação da massa específica de um sólido de material qualquer. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, vol.6, n.2, p. 168-169, 1989.

10- PINHO ALVES, J.F<sup>o</sup>.; BRANDT, A.B. Laboratório caseiro: tubo com óleo. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, vol.6, n.2, p. 163-167, 1989.

#### 1990

11- AXT, R. Para suas aulas de cinemática: o volante, um móvel bem comportado. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, vol.7, n.2. p.151-156, 1990.

12- GRANDI, B. C.S. Demonstre em aula: O fenômeno de Venturi. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, vol.7, n.1, p.73, 1990.

13- MONTANHEIRO, M. N. S. Demonstre em aula; determinação da densidade de sólidos e líquidos pelo princípio de Arquimedes. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, vol.7, n.2, p.157-160, 1990.

**1991**

14- CANALLE, J.B.G.; OLIVEIRA, I.A.G. Demonstre em aula a queda simultânea dos corpos – a ratoeira da queda livre. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, vol.8, n.2, p.168-170, 1991.

15- JORGE, W. Demonstre em aula: Vaporizador. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, vol.8, n.1, p.76-78, 1991.

16- LOPES, W. Determinação do coeficiente de restauração entre uma bola e o piso do laboratório. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, vol.8, n.3, p. 237-240, 1991.

17- MOREIRA, S.M.C.; PINHEIRO, R.L.N.; ALVARENGA, L.C. Determinação experimental da aceleração de corpos em queda – seleção de instrumentos. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, vol.8, n.2, p.118-124, 1991.

18- MOREIRA, S.M.C.; PINHEIRO, R.L.N.; ALVARENGA, L.C. Dispositivo didático – movimento harmônico simples versus movimento circular uniforme. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, vol.8, n.3, p.227-231, 1991.

**1992**

19- TAVEIRA, A.M.A.; BARREIRO, Á C. M.; BAGNATO, V.S. Simples demonstração do movimento de projéteis em sala de aula. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, vol.9, n.1, p.38-44, 1992.

20- VENTURA, P.C.S.; NASCIMENTO, S.S. Laboratório não estruturado: uma abordagem do ensino experimental de física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, vol.9, n.1, p.54-60, 1992.

**1995**

21- ALMEIDA, L.D.; VANIEL, B.V. Experimentos de equilíbrio: sistema de forças e polias. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, vol.12, n.2, p.134-141, 1995.

22- LABURU, C.E. Demonstre em aula movimentos acelerados: um experimento de baixo custo para o ensino médio. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, vol.12, n.1, p.53-55, 1995.

23- PIMENTEL, J.R. Laboratório caseiro o princípio da inércia usando um disco flutuador. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, vol.2, n.2, p.150-151, 1995.

24- PIUBELI, U.G.; PIUBELI, S.L. Laboratório caseiro: fonte de Heron. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, vol.12, n.1, p.47-52, 1995.

25- SILVEIRA, F.L. Demonstre em aula sem quebrar as taças!!. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, vol.12, n.2, p.152-156, 1995.

**1996**

26- DORNELLES, A.A.F<sup>o</sup>. Demonstre em aula uma questão em hidrodinâmica. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, vol.13, n.1, p.76-79, 1996.

**1997**

27- BREUCKMANN, H.J.; LINS, M.S.K. Estudo do escoamento de um fluido real. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, vol.14, n.2, p.188-193, 1997.

28- CAVALCANTE, M.A.; TAVOLARO, C.R.C. Estudo do lançamento horizontal utilizando o computador para aquisição e análise de dados. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, vol.14, n.3, p.276-287, 1997.

**1998**

29- CANALLE, J.B.; MOURA, R. Demonstre em aula: duplo cone, quádrupla finalidade. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, vol.15, n.3, p. 323-327, 1998.

30- LABURÚ, C.E.; ALMEIDA, C.J. Lei de Hooke: uma comparação entre sistemas lineares. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, vol.15, n.1, p.71-81, 1998.

31- OLIVEIRA, J.; PANZERA, A.C. Medição de tempo de reação como fator de motivação e de aprendizagem significativa no laboratório de física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, vol.15, n.3, p.301-307, 1998.

**1999**

32- LESTER, M.; STIPCICH, S. Cuerpo rígido: experiencia de laboratorio con material de bajo costo. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, vol.16, n.1, p. 92-100, 1999.

**2000**

33- AXT, R. BONADIMAN, H.; SILVA, M.T.X. Um experimento contraintuitivo. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, vol.17, n.1, p. 27-32, 2000.

**2001**

34- CHERNIKOFF, R.E.; RUBIO, L.A.; CÁCERES, R.E. Sencillo dispositivo para determinar la posición del centro de masa de un sistema. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, vol.18, n.1, p.52-55, 2001.

**2002**

35- PUPO, H.C; ZIEMATH, E.C. Determinação do momento de inércia de um volante usando um faiscador. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, vol.19, n.1, p.121-128, 2002.

**2005**

36- PIMENTEL, J.R., SILVA, M.A. Influência do raio efetivo no movimento de projéteis esféricos lançados horizontalmente. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, vol. 22, n. 2, p. 209-219, ago. 2005.

**2007**

37- LUNAZZI, J.J.; PAULA, L.A.N. Corpos no interior de um recipiente fechado e transparente em queda livre. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, vol.24, n.3, p.319-325, 2007.

38- LOPES, D.P.M.; STEIN-BARAN, A.C.M; BORTOLIN, L.R.M.; BORTOLIN, J.R.M. Re-editando o trem de Galileu: uma versão economicamente viável. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, vol.24, n.1, p.54-63, 2007.

39- MATUO C.Y.; MARINELLI, J.R. Importância do cálculo da propagação de erros em um experimento de atrito estático. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, vol.24, n.1, p. 132-139, 2007.

**2008**

40- CATELLI, F.; SILVA, F.S. Quem chega com velocidade maior? **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, vol.25, n.3, p.546-560, 2008.

**2010**

41- LOPES, W. Velocidade de escoamento horizontal de água por um conduto. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, vol.27, n.2, p.385-393, 2010.

42- PERUZZO, J. Determinação de  $g$  através da captação do som de impacto de corpos com o solo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, vol.27, n.1, p.159-168, 2010.

**2011**

43- CELESTE, A.T.B.; NETO, M.L. Influência do momento de inércia no movimento dos corpos rígidos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, vol.28, n.3, p.693-699, 2011.

**2012**

44- DUARTE, S.E. Física para o ensino médio usando simulações e experimentos de baixo custo: um exemplo abordando dinâmica da rotação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, vol. 29, n.1, p.525-542, 2012.

45- MONTEIRO, A.A.M.; MONTEIRO, I.C.C.; GASPAR, A. Abordagem experimental da força de atrito em aulas de física do ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, vol.29, n.3, p. 1121-1136, 2012.

46- PEREIRA, O.C.N.; SILVA, W.M.; SABINO, A.C.; GOZZI, M.E.; SAMPAIO, A.R.; VISCOVINI, R.C. Software de efeito estroboscópico por superposição de frames de vídeos aplicados no ensino de cinemática. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, vol.29, n.2, p.267-282, 2012.

**2013**

47- CATELLI, F.; GIOVANNINI, O.; SILVA, F.S. Um objeto modelo didático do movimento aparente do Sol em relação ao fundo das estrelas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, vol. 30, n. 1, p. 131-155, abr. 2013.

48- MONTEIRO, M.A.A.; MONTEIRO, I.C.C.; GERMANO, J.S.E.; SIEVERS, F.J. Protótipo de uma atividade experimental o estudo da cinemática realizada remotamente. **Caderno Brasileiro de Ensino Física**, vol. 30, n. 1, p. 191-208, abr. 2013.

**A.2. REVISTA BRASILEIRA DE ENSINO DE FÍSICA****1979**

49- BASSANI, L.C.; GARCIA, R.I.; GIAMBIAGI, M.S.; GIAMBIANI, M. Brincando com a física na escola primária. **Revista de Ensino de Física**, vol.1, n.1, p. 19-24. 1979.

50- BRITO, A.A.S. Um pêndulo simples e barato. **Revista de Ensino de Física**, vol.1, n.1, p.14-19, 1979.

51- JURAITIS, K.R.; TANNOUS, A.; ARRUDA, S.M.; JURAITIS, R.R.M. Movimento de um projétil – um novo equipamento para laboratório de ensino. **Revista de Ensino de Física**, vol.1, n. 1, p.3-12, 1979.

**1980**

52- FERREIRA, N.C. Estudo do Movimento Retilíneo e Uniforme. **Revista de Ensino de Física**, vol.2, n.3, p. 15-21, 1980.

53- PLASCAK, J.A. Mola vertical num campo gravitacional uniforme. **Revista de Ensino de Física**, vol. 2, n.3, p.21-32, 1980.

54- POMPIGNAC, F.; PINTO, N.M.C.; LOUREIRO, S. Um aparelho para estudo de queda livre. **Revista de Ensino de Física**, vol. 2, n.2, p.42-53, 1980.

#### 1981

55- BAZIN, M; LUCIE, P. Porque e como estudar “o pêndulo simples” no laboratório básico? **Revista de Ensino de Física**, vol. 3, n.1, p. 3-10, 1981.

#### 1982

56- HESSEL, R. Discos Sustentados por Colchão de Ar: Uma Nova Proposta. **Revista de Ensino de Física**, vol. 4, n.1, p. 3-23, 1982.

#### 1983

57- HESSEL, R. Descrição e uso de um aparelho para o estudo da dinâmica de rotação. **Revista de Ensino de Física**, vol. 5, n.2, p.21-33, 1983.

#### 1989

58- PIMENTEL, J.R.; ZUMPANO, V.H.; YAGINUMA, L.T. Trilho de ar – Uma Proposta de Baixo Custo. **Revista de Ensino de Física**, vol.11, p. 15-23, 1989.

#### 1990

59- PELÁ, C.A.; GHILARDI, A.J.P.; GUILARDI NETTO, T. Construção de um Cronômetro Automático-manual e Freqüencímetro e sua Utilização em Experimentos de Física Básica. **Revista de Ensino de Física**, vol.12, p.46-58, 1990.

#### 1991

60- GONÇALVES, W.M.; HEIRINCH, A.F.; SARTORELLI, J.C. Aquisição de Dados com a Porta de Jogos de Microcomputador Apple. **Revista de Ensino de Física**, vol.13, p.63-76, 1991.

#### 1992

61- ESPIRIDIANO, A.S.C.; GUEDES, G.P.; WELTNER, K.; ANDRADE, F.R.S. Espaço de Fase do Pêndulo Físico não Linear: Experimento de Integração Numérica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol.14, n.2, p.78-87, 1992.

#### 1993

62- LABURU, C.E. Noções de Aceleração em Adolescentes: uma Classificação. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol.15, n.1, p. 61-74, 1993.

63- VILLANI, A.; CARVALHO, L.O. Representações mentais e experimentos qualitativos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol.15, n.1, p.74-90, 1993.

#### 1994

64- VILLANI, A.; CARVALHO, L.O. Dificuldades de um estudante na análise de experimentos qualitativos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol.16, n.1, p. 98-110, 1994.

#### 1995

65- ALMEIDA, A.C.S.; SILVA, J.P.M.; SIQUEIRA, A.; FREJLICH, J. Medida de Viscosidade pelo Método de Ostwald: Um Experimento Didático. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol.17, n.4, p.279-284, 1995.



66- BONAGAMBA, T.J.; SANTONI, E.; LASSO, P.R.; BRETAS, C.B.; GENTIL, A. Construção de um conjunto experimental destinado à execução de práticas de rotação e oscilação de corpos rígidos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol.17, n.2, p.133-140, 1995.

67- PALANGANA, A.J.; PEDREIRA, P.R.B. Estudo Teórico-Experimental do Efeito da massa do fio sobre o Período de Oscilação de um Pêndulo Simples. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol.17, n.3, p.215-221, 1995.

#### 1996

68- CISNEROS, J.I.; LUJAN, E. Estudo experimental da rotação de um corpo rígido ao redor de um eixo fixo. Conservação do momento angular. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol.18, n.1, p.1-6, 1996.

#### 1997

69- BAGNATO, V.S.; MARCASSA, L.G. Demonstração da Inércia Através do Bloco Suspenso. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol.19, n.3, p.364-367, 1997.

#### 1998

70- SEMENZATO, M.J.; PAULO, W.L.; REDONDO, D.M.; BONAGAMBA, T.J. Construção de um Aparato Experimental Destinado à Demonstração do Efeito Provocado pela força de Coriolis. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 20, n.2, p.166-172, 1998.

71- WELTNER, K.; MIRANDA, P.; ESPERIDIÃO, S. Demonstração das Oscilações Forçadas e da Curva da Ressonância em Classe. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 20, n.4, p.434-436, 1998.

#### 1999

72- CAVALCANTE, M.A.; TAVOLARO, C.R.C.; CAETANO, A.S.C.; SILVA E. Proposta de um Laboratório Didático em Microescala Assistido por Computador para o estudo de Mecânica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 21, n.1, p.127-135, 1999.

73- SABA, M.M.F.; SILVA, F.J.F.; SOUZA, R.C. A Física em um Canhão de Batatas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 21, p.1, p.85-90, 1999.

74- SILVA, M.T.X.; AXT, R. Rolamento de Carretéis Sobre um Plano Inclinado. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol.21, n.3, p.408-414, 1999.

75- SILVA, W.P.; SILVA, C.M.D.P.S.; PRECKER, J.W. Uma Montagem Simples e Barata para Testar o Modelo  $F = -bv$  para Força de Resistência do Ar em Baixas Velocidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 21, n.1, p.79-84, 1999.

76- SIQUEIRA, A.; ALMEIDA, A.C.S.; FREJLICH, J. Máquina de Atwood. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 21, n.1, p.95-100, 1999.

#### 2000

77- CAVALCANTE, M.A.; TAVOLARO, C.R.C. Projete Você Mesmo Experimentos Assistidos por Computador: Construindo Sensores e Analisando Dados. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol.22, n.3, p.421-425, 2000.

#### 2001

78- AGUIAR, C.E.; LAUDARES, F. Aquisição de Dados Usando Logo e a Porta de Jogos do PC. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 23, n.4, p.371-380, 2001.

79- HAAG, R. Utilizando a Placa de Som do Micro PC no Laboratório Didático de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol.23, n.2, p.176-183, 2001.

80- PINTÃO, C.A.F.; SOUZA FILHO, M.P.; GRANDINI, C.R.; HESSEL, R. Medida do Momento de Inércia de um Disco. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol.23, n.1, p.48-52, 2001.

81- TOMASI, D.; CAPARELLI, E.C. Um Experimento de Oscilador Forçado Amortecido. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol.23, n.2, p. 171-175, 2001.

## 2002

82- BARBETA, V.B.; YAMAMOTO, I. Desenvolvimento e Utilização de um Programa de Análise de Imagens para o Estudo de Tópicos de Mecânica Clássica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol.24, n.2, p.158-167, 2002.

83- CAVALCANTE, M.A.; SILVA, E.; PRADO, R.; HAGG, R. O Estudo de Colisões através do Som. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol.24, n.2, p.150-157, 2002.

84- MAGALHÃES, M.G.M.; SCHIEL, D.; GUEMINI, I. M.; MAREGA JR, E. Utilizando Tecnologia Computacional na Análise Quantitativa de Movimentos: Uma Atividade para Alunos do Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol.24, n.2, p.97-102, 2002.

85- MOSSMANN, V.L.F.; MELLO, K.B.; CATELLI, F.; LIBARDI, H.; DAMO, I.S. Determinação dos Coeficientes de Atrito Estático e Cinético Utilizando-se a Aquisição Automática de Dados. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol.24, n.2, p.146-149, 2002.

86- PINTÃO, C.A.F.; SOUZA FILHO, M.P. Estudo Experimental do Momento de Inércia de uma Placa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol.24, n.4, p.455-459, 2002.

## 2003

87- SILVA, W.P.; SILVA, C.M.D.P.S.; PRECKER, J.W.; SILVA, D.D.P.S.; SOARES, I.B.; SILVA, C.E.P.S. Esfera em Plano Inclinado: Conservação da Energia Mecânica e Força de Atrito. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 25, n.4, p.378-383, 2003.

## 2004

88- FIGUEIRA, J.S.; VEIT, E.A. Usando o Excel para medidas de intervalo de tempo no laboratório de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol.26, n.3, p.203-211, 2004.

## 2005

89- AXT, R.; BONADIMAN, H.; SILVEIRA, F.L. O uso de 'espirais' de encadernação como molas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol.27, n.4, p.593-597, 2005.

90- PINTÃO, C.A.F.; SOUZA FILHO, M.P.; USIDA, W.F. Estudo experimental do momento de inércia de um cone. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol.27, n.2, p.237-243, 2005.

91- RAMIREZ, A.R.G.; CINELLI, M.J.; IRIGOITE, A.M. Automação para obtenção de dados de uma experiência de Física: 2ª Lei de Newton. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 27, n.4, p.609-612, 2005.

## 2006

92- BARBOSA, V.C.B.; BREITSCHAFT, A.M.S. Um aparato experimental para o estudo do princípio de Arquimedes. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 28, n.1, p.115-122, 2006.

93- NEVES, U.M. Estudo do movimento de um corpo sob ação de força viscosa usando uma porção de xampu, régua e relógio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 28, n.3, p.1-4, 2006.

94- REIS, N.T.O.; GARCIA, N.M.D. Educação espacial no Ensino Fundamental: Uma proposta de trabalho com o princípio da ação e reação. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 28, n.3, p.361-371, 2006.

#### 2007

95- JESUS, V.L.B.; MARLASCA, C.; TENÓRIO, A. Ludião versus princípio do submarino. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 29, n.4, p.599-603, 2007.

#### 2008

96- CAVALCANTE, M.A.; BONIZZIA, A.; GOMES, L.C.P. Aquisição de dados em laboratórios de física: um método simples, fácil e de baixo custo para experimentos em mecânica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 30, n.2, p.2501-2507, 2008.

97- REIS, N.T.O.; GARCIA, N.M.D.; SOUZA, P. N.; BALDESSAR, P.S. Análise da dinâmica de rotação de um satélite artificial: uma oficina pedagógica em educação espacial. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 30, n.1, p.1401-1411, 2008.

#### 2009

98- BERAHA, N.; CARUSELA, M.F.; HASI, C.D.E. Dinâmica del movimiento rotacional: propuesta de experiencias sencillas para facilitar su comprensión. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 31, n.4, p.4503-4308, 2009.

99- BORGES, P.A.P.; TONIAZZO, N.A.; SILVA, J.C. Equilíbrio no espaço: experimentação e modelagem matemática. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 31, n.2, p.2309-2315, 2009.

100- CORVELONI, E.P.M. GOMES, E.S.; SAMPAIO, A.R.; MENDES, A.F.; COSTA, V.L.L.; VISCOVINI, R.C. Utilização de máquina fotográfica digital (*multi-burst*) para aulas experimentais de cinemática - queda livre. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 31, n.3, p.3504-3508, 2009.

101- SISMANOGLU, B.N.; GERMANO, J.S.E.; AMORIM, J. CAETANO, R. A utilização da filmadora digital para o estudo do movimento dos corpos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 31, n.1, p.1501-1508, 2009.

#### 2010

102- CATELLI, F.; MARTINS, J.A.; SILVA, F.S. Um estudo de cinemática com câmara digital. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 32, n.1, p.1503-1510, 2010.

103- LABURU, C.E.; SILVA, O.H.M.; SALES, D.R. Superações conceituais de estudantes do ensino médio em medição a partir de questionamentos de uma situação experimental problemática. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 32, n.1, p.1402-1416, 2010.

104- SILVEIRA, F.L.; BRAUN, L.F.M.; BRAUN, T. Colisão com o “efeito estilingue”. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 32, n.3, p.3305-3311, 2010.

105- SOARES, R.R.; BORGES, P.F. O plano inclinado de Galileu: uma medida manual e uma medida com aquisição automática de dados. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 32, n.2, p.2501-2512, 2010.

**2011**

106- ARNOLD, F.J.; ARTHUR, R.; BRAVO-ROGER, L.L.; GONÇALVES, M.S.; OLIVEIRA, M.J.G. Estudo do amortecimento do pendulo simples: uma proposta para aplicação em laboratório de ensino. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 33, n.4, p.4311-4318, 2011.

107- BARBOSA, L.H.; MORA, C.E.; TALERO, P.H.; ORGANISTA, J.O. El Soplador mágico: un experimento discrepante en el aprendizaje de la ley de presión hidrodinâmica de Bernoulli. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 33, n.4, p.4309-4316, 2011.

108- CARNICER, J.; REYES, F.; GUIASOLA, J. Construir una balanza para condiciones de ingravidez. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 33, n.1, p.1506-1510, 2011.

109- CORREA, E.; ORTIZ, J.S.E.; VALERIO, M.; DUTRA, J. Oscilador harmônico com massa variável e a segunda lei de Newton. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 33, n.4, p. 4307-4315, 2011.

110- DE LUCA, R.; GANCI, S. A measurement of  $g$  with a ring pendulum. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 33, n.3, p.3301-3306, 2011.

111- LONGHINI, M.D.; NUNES, M.B.T.; GRILLO, G.A. Flutuação dos corpos: elementos para a discussão sobre sua aprendizagem em alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 33, n.3, p.3401-3409, 2011.

112- MACEDO JUNIOR, M.A.V.; JESUS, V.L.B. Uma discussão sobre hidrodinâmica utilizando garrafas PET. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 33, n.1, p.1507-1515, 2011.

113- RAMOS, T.C.; VERTCHENKO, L. Uma abordagem experimental das propriedades dos corpos deformáveis no ensino de física geral para os cursos de engenharia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 33, n.1, p.1502-1511, 2011.

114- SISMANOGLU, B.N.; CAETANO, R.F.; GERMANO, J.S.E.; REZENDE, M.V.O.; HOYER, Y.D. Dinâmica de massa variável: corrente suspensa na máquina de Atwood. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 33, n.2, p.2310-2317, 2011.

**2012**

115- CAMPOS, B.S.; FERNANDES, S.A.; RAGNI, A.C.P.B.; SOUZA, N.F. Física para crianças: abordando conceitos físicos a partir de situações-problema. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 34, n.1, p.1402-1417, 2012.

116- MENDES, J.F.; COSTA, I.F.; SOUSA, C.M.S.G. O uso do software Modellus na integração entre conhecimentos teóricos e atividades experimentais de tópicos de mecânica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 34, n.2, p.2402-2411, 2012.

117- SOUZA, P.V.S.; DONANGELO, R. Velocidades média e instantânea no Ensino Médio: uma possível abordagem. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 34, n.3, p.3503-3509, 2012.

**2013**

118- HESSEL, R.; CANOLA, S.R.; VOLLET, D.R. An experimental verification of Newton's second law. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 35, n. 2, p.2504-2509, 2013.

119- SIRISATHITKUL, C; GLAWTANONG, P.; EADKONG, T.; SIRISATHITKUL, Y. Digital video analysis of falling objects in air and liquid using Tracker. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 35, n. 1, p.1504-1510, 2013.

## APÊNDICE B - Distribuição dos artigos analisados em relação a cada um dos pontos discutidos no Capítulo 4

**Tabela B.1: Grau de direcionamento**

<b>Grau de Direcionamento</b>	<b>Artigos</b>
<b>Demonstração</b>	CBEF - 4, 5, 6, 12, 14, 15, 18, 19, 23, 24, 25, 26, 29, 33, 37, 38, 40, 44, 46 e 47
	RBEF - 49, 69, 70, 71, 89, 94, 95, 97, 104 e 111
<b>Verificação</b>	CBEF - 1, 2, 3, 7, 9, 10, 11, 13, 16, 21, 22, 27, 28, 30, 32, 34, 35, 36, 39, 41, 42, 43, 45 e 48
	RBEF - 50, 51, 52, 53, 54, 56, 58, 59, 60, 61, 65, 66, 67, 68, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 93, 96, 100, 101, 106, 109, 110, 112, 114, 116, 118 e 119
<b>Investigação</b>	CBEF - 8, 17, 20 e 31
	RBEF - 55, 57, 62, 63, 64, 72, 73, 74, 98, 99, 102, 103, 105, 107, 108, 113, 115 e 117

**Tabela B.2: Ênfase matemática**

<b>Ênfase Matemática</b>	<b>Artigos</b>
<b>Qualitativa</b>	CBEF - 3, 4, 6, 8, 12, 14, 15, 17, 18, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 29, 31, 33, 37, 38, 40, 44, 46 e 47
	RBEF - 49, 50, 51, 52, 55, 56, 57, 58, 62, 63, 64, 69, 70, 72, 73, 74, 76, 82, 86, 87, 89, 91, 92, 93, 94, 95, 97, 98, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 107, 108, 111, 115, 116, 117 e 119
<b>Quantitativa</b>	CBEF - 1, 2, 5, 7, 9, 10, 11, 13, 16, 19, 21, 27, 28, 30, 32, 34, 35, 36, 39, 41, 42, 43, 45 e 48
	RBEF - 53, 54, 59, 60, 61, 65, 66, 67, 68, 71, 75, 77, 78, 79, 80, 81, 83, 84, 85, 88, 90, 96, 99, 106, 109, 110, 112, 113, 114 e 118

**Tabela B.3: Ênfase matemática e grau de direcionamento**

<b>Grau de Direcionamento</b>	<b>Ênfase Matemática</b>
	<b>Propostas Qualitativas</b>
<b>Demonstração</b>	CBEF - 4, 6, 12, 14, 15, 18, 23, 24, 25, 26, 29, 33, 37, 38, 40, 44, 46 e 47
	RBEF - 49, 69, 70, 89, 94, 95, 97, 104 e 111
<b>Verificação</b>	CBEF - 3 e 22
	RBEF - 50, 51, 52, 56, 58, 76, 82, 86, 87, 91, 92, 93, 100, 101, 116 e 119
<b>Investigação</b>	CBEF - 8, 17, 20 e 31
	RBEF - 55, 57, 62, 63, 64, 72, 73, 74, 98, 102, 103, 105, 107, 108, 115 e 117
	<b>Propostas Quantitativas</b>
<b>Demonstração</b>	CBEF - 5 e 19
	RBEF - 71
<b>Verificação</b>	CBEF - 1, 2, 7, 9, 10, 11, 13, 16, 21, 27, 28, 30, 32, 34, 35, 36, 39, 41, 42, 43, 45 e 48
	RBEF - 53, 54, 59, 60, 61, 65, 66, 67, 68, 75, 77, 78, 79, 80, 81, 83, 84, 85, 88, 90, 96, 106, 109, 110, 112, 114 e 118
<b>Investigação</b>	CBEF - Não há
	RBEF - 99 e 113

**Tabela B.4: Nível de ensino**

<b>Nível de Ensino</b>	<b>Artigos</b>
<b>Ensino Fundamental</b>	CBEF - 47
	RBEF - 49, 94, 111 e 115
<b>Ensino Médio</b>	CBEF - 1, 2, 5, 6, 11, 21, 22, 23, 27, 30, 31, 40, 44 e 45
	RBEF - 58, 63, 64, 84, 89, 97, 102, 103, 105, 116 e 117
<b>Ensino Superior</b>	CBEF - 7, 8, 9, 16, 17, 18, 20, 25, 32, 35, 36, 38, 41, 42, 43, 46 e 48
	RBEF - 51, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 60, 61, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 75, 76, 77, 79, 80, 81, 82, 83, 86, 87, 88, 90, 91, 95, 96, 98, 99, 100, 106, 107, 108, 109, 110, 113 e 114
<b>Ensino Fundamental/Médio</b>	CBEF - 4
	RBEF - 62
<b>Ensino Médio /Superior</b>	CBEF - 3, 10, 12, 13, 14, 15, 19, 24, 26, 28, 29, 33, 34, 37 e 39
	RBEF - 50, 52, 73, 74, 78, 85, 92, 93, 101, 112, 104, 118 e 119

**Tabela B.5: Nível de ensino e ênfase matemática**

<b>Nível de Ensino</b>	<b>Ênfase Matemática</b>
	<b>Propostas Qualitativas</b>
<b>Ensino Fundamental</b>	CBEF - 47
	RBEF - 49, 94, 111 e 115
<b>Ensino Médio</b>	CBEF - 5, 6, 22, 23, 31 e 44
	RBEF - 58, 63, 64, 89, 97, 102, 103, 105, 116 e 117
<b>Ensino Superior</b>	CBEF - 8, 17, 18, 20, 25, 38 e 46
	RBEF - 51, 55, 56, 57, 69, 70, 72, 76, 82, 86, 87, 91, 95, 98, 100, 107 e 108
<b>Ensino Fundamental/Médio</b>	CBEF - 4
	RBEF - 62
<b>Ensino Médio /Superior</b>	CBEF - 3, 12, 14, 15, 24, 26, 29, 33 e 37
	RBEF - 50, 52, 73, 74, 92, 93, 101, 104 e 119
	<b>Propostas Quantitativas</b>
<b>Ensino Fundamental</b>	Não há
<b>Ensino Médio</b>	CBEF - 1, 2, 11, 21, 27, 30, 40 e 45
	RBEF - 84
<b>Ensino Superior</b>	CBEF - 7, 9, 16, 32, 35, 36, 41, 42, 43 e 48
	RBEF - 53, 54, 59, 60, 61, 65, 66, 67, 68, 71, 75, 77, 79, 80, 81, 83, 88, 90, 96, 99, 106, 109, 110, 113 e 114
<b>Ensino Fundamental/Médio</b>	Não há
<b>Ensino Médio /Superior</b>	CBEF - 10, 13, 19, 28, 34 e 39
	RBEF - 78, 85, 112 e 118

**Tabela B.6: Nível de ensino e grau de direcionamento**

<b>Nível de Ensino</b>	<b>Grau de Direcionamento</b>
	<b>Demonstração</b>
<b>Ensino Fundamental</b>	CBEF - 47
	RBEF - 49, 94 e 111
<b>Ensino Médio</b>	CBEF - 5, 6, 23, 40 e 44
	RBEF - 89 e 97
<b>Ensino Superior</b>	CBEF - 18, 25 38 e 46
	RBEF - 69, 70, 71 e 95
<b>Ensino Fundamental/Médio</b>	CBEF - 4
	RBEF - Não há
<b>Ensino Médio /Superior</b>	CBEF - 12, 14, 15, 19, 24, 26, 29, 33 e 37
	RBEF - 104
	<b>Verificação</b>
<b>Ensino Fundamental</b>	Não há
<b>Ensino Médio</b>	CBEF - 1, 2, 11, 21, 22, 27, 30 e 45
	RBEF - 58, 84 e 116
<b>Ensino Superior</b>	CBEF - 7, 9, 16, 32, 35, 36, 41, 42, 43 e 48
	RBEF - 51, 53, 54, 56, 59, 60, 61, 65, 66, 67, 68, 75, 76, 77, 79, 80, 81, 82, 83, 86, 87, 88, 90, 91, 96, 100, 106, 109, 110 e 114
<b>Ensino Fundamental/Médio</b>	Não há
<b>Ensino Médio /Superior</b>	CBEF - 3, 10, 13, 28, 34 e 39
	RBEF - 50, 52, 78, 85, 92, 93, 101, 112, 118 e 119
	<b>Investigação</b>
<b>Ensino Fundamental</b>	CBEF - Não há
	RBEF - 115
<b>Ensino Médio</b>	CBEF - 31
	RBEF - 63, 64, 102, 103, 105 e 117
<b>Ensino Superior</b>	CBEF - 8, 17 e 20
	RBEF - 55, 57, 72, 98, 99, 107, 108 e 113
<b>Ensino Fundamental/Médio</b>	CBEF - Não há
	RBEF - 62
<b>Ensino Médio /Superior</b>	CBEF - Não há
	RBEF - 73 e 74



**Tabela B.7: Habilidades adquiridas**

<b>Habilidades Adquiridas</b>	<b>Artigos</b>
<b>Verificar/Comprovar leis e teorias científicas</b>	CBEF - 1,2, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 16, 19, 21, 26, 27, 28, 30, 32, 34, 35, 36, 39, 40, 41, 42, 43, 45, 46, 47 e 48
	RBEF - 49, 50, 51, 52, 53, 54, 56, 58, 59, 60, 61, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 95, 96, 99, 100, 101, 104, 105, 106, 109, 110, 112, 113, 114, 116, 118 e 119
<b>Facilitar a aprendizagem e compreensão dos conceitos</b>	CBEF - 4, 6, 12, 14, 18, 22, 23, 24, 25, 29, 31, 33, 37, 38 e 44
	RBEF - 57, 84, 94, 97, 98, 102, 107, 111 e 115
<b>Ensinar o método científico</b>	CBEF - Não há
	RBEF - 103
<b>Ensinar habilidades práticas</b>	CBEF - 17 e 20
	RBEF - 73, 74 e 108
<b>Explorar fenômenos</b>	CBEF - Não há
	RBEF - 55, 62, 63, 64, 72 e 117

**Tabela B.8: Habilidades adquiridas e nível de ensino**

<b>Nível de Ensino</b>	<b>Habilidades Adquiridas</b>
	<b>Verificar/Comprovar leis e teorias científicas</b>
<b>Ensino Fundamental</b>	CBEF - 47
	RBEF - 49
<b>Ensino Médio</b>	CBEF - 1, 2, 5, 11, 21, 27, 30, 40 e 45
	RBEF - 58, 89, 105 e 116
<b>Ensino Superior</b>	CBEF - 7, 8, 9, 16, 32, 35, 36, 41, 42, 43, 46 e 48
	RBEF - 51, 53, 54, 56, 59, 60, 61, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 75, 76, 77, 79, 80, 81, 82, 83, 86, 87, 88, 90, 91, 95, 96, 99, 100, 106, 109, 110, 113 e 114
<b>Ensino Médio /Superior</b>	CBEF - 3, 10, 13, 15, 19, 26, 28, 34 e 39
	RBEF - 50, 52, 78, 85, 92, 93, 101, 112, 104, 118 e 119
	<b>Facilitar a aprendizagem e compreensão dos conceitos</b>
<b>Ensino Fundamental</b>	CBEF - Não há
	RBEF - 94, 111 e 115
<b>Ensino Médio</b>	CBEF - 6, 22, 23, 31 e 44
	RBEF - 84, 97 e 102
<b>Ensino Superior</b>	CBEF - 18, 25 e 38
	RBEF - 57, 98 e 107
<b>Ensino Fundamental/Médio</b>	CBEF - 4
	RBEF - Não há
<b>Ensino Médio /Superior</b>	CBEF - 12, 14, 24, 29, 33 e 37
	RBEF - Não há
	<b>Ensinar o método científico</b>
<b>Ensino Médio</b>	CBEF - Não há
	RBEF - 103
	<b>Ensinar habilidades práticas</b>
<b>Ensino Superior</b>	CBEF - 17 e 20
	RBEF - 108
<b>Ensino Médio/Superior</b>	CBEF - Não há
	RBEF - 73 e 74
	<b>Explorar fenômenos</b>
<b>Ensino Médio</b>	CBEF - Não há
	RBEF - 63, 64 e 117
<b>Ensino Superior</b>	CBEF - Não há
	RBEF - 55 e 72
<b>Ensino Fundamental/Médio</b>	CBEF - Não há
	RBEF - 62

**Tabela B.9: Habilidades adquiridas e grau de direcionamento**

<b>Grau de Direcionamento</b>	<b>Habilidades Adquiridas</b>
	<b>Verificar/Comprovar leis e teorias científicas</b>
<b>Demonstração</b>	CBEF - 5, 15, 19, 26, 40, 46 e 47
	RBEF - 49, 69, 70, 71, 89, 95 e 104
<b>Verificação</b>	CBEF - 1, 2, 3, 7, 9, 10, 11, 13, 16, 21, 27, 28, 30, 32, 34, 35, 36, 39, 41, 42, 43, 45 e 48
	RBEF - 50, 51, 52, 53, 54, 56, 58, 59, 60, 61, 65, 66, 67, 68, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 85, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 93, 96, 100, 101, 106, 109, 110, 112, 114, 116, 118 e 119
<b>Investigação</b>	CBEF - 8
	RBEF - 99, 105 e 113
	<b>Facilitar a aprendizagem e compreensão dos conceitos</b>
<b>Demonstração</b>	CBEF - 4, 6, 12, 14, 18, 23, 24, 25, 29, 33, 37, 38 e 44
	RBEF - 94, 97 e 111
<b>Verificação</b>	CBEF - 22
	RBEF - 84
<b>Investigação</b>	CBEF - 31
	RBEF - 57, 98, 102, 107 e 115
	<b>Ensinar o método científico</b>
<b>Investigação</b>	CBEF - Não há
	RBEF - 103
	<b>Ensinar habilidades práticas</b>
<b>Investigação</b>	CBEF - 17 e 20
	RBEF - 73, 74 e 108
	<b>Explorar fenômeno</b>
<b>Investigação</b>	CBEF - Não há
	RBEF - 55, 62, 63, 64, 72 e 117

**Tabela B.10 Habilidades adquiridas e ênfase matemática**

<b>Ênfase Matemática</b>	<b>Habilidades Adquiridas</b>
	<b>Verificar/Comprovar leis e teorias científicas</b>
<b>Qualitativa</b>	CBEF - 3, 8, 15, 26, 40, 46 e 47
	RBEF - 49, 50, 51, 52, 56, 58, 69, 70, 76, 82, 86, 87, 89, 91, 92, 93, 95, 100, 101, 104, 105, 116 e 119
<b>Quantitativa</b>	CBEF - 1, 2, 5, 7, 9, 10, 11, 13, 16, 19, 21, 27, 28, 30, 32, 34, 35, 36, 39, 41, 42, 43, 45 e 48
	RBEF - 53, 54, 59, 60, 61, 65, 66, 67, 68, 71, 75, 77, 78, 79, 80, 81, 83, 85, 88, 90, 96, 99, 106, 109, 110, 112, 113, 114 e 118
	<b>Facilitar a aprendizagem e compreensão dos conceitos</b>
<b>Qualitativa</b>	CBEF - 4, 6, 12, 14, 18, 22, 23, 24, 25, 29, 31, 33, 37, 38 e 44
	RBEF - 57, 94, 97, 98, 102, 107, 111 e 115
<b>Quantitativa</b>	CBEF - Não há
	RBEF - 84
	<b>Ensinar o método científico</b>
<b>Qualitativa</b>	CBEF - Não há
	RBEF - 103
	<b>Ensinar habilidades práticas</b>
<b>Qualitativa</b>	CBEF - 17 e 20
	RBEF - 73, 74 e 108
	<b>Explorar fenômenos</b>
<b>Qualitativa</b>	CBEF - Não há
	RBEF - 55, 62, 63, 64, 72 e 117

**Tabela B.11: Natureza da proposta**

<b>Natureza da Proposta</b>	<b>Artigos</b>
<b>Apresentação</b>	CBEF - 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 47 e 48
	RBEF - 50, 52, 53, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 93, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 104, 106, 109, 110, 112, 113, 114, 118 e 119
<b>Descrição</b>	CBEF - 16, 20, 27, 31, 32 e 43
	RBEF - 49, 51, 55, 62, 63, 64, 72, 73, 84, 92, 94, 103, 105, 107, 108, 111, 115, 116 e 117

**Tabela B.12 Conteúdos específicos de Mecânica**

<b>Conteúdos Específicos de Mecânica</b>	<b>Artigos</b>
<b>Cinemática</b>	CBEF - 10, 11, 14, 17, 19, 22, 28, 31, 33, 36, 37, 38, 40, 42, 46, 47 e 48
	RBEF - 51, 52, 54, 59, 62, 73, 74, 77, 82, 84, 100, 101, 102, 103, 105, 117 e 119
<b>Dinâmica</b>	CBEF - 1, 2, 5, 6, 7, 8, 12, 15, 20, 23, 24, 26, 27, 30, 35, 39, 43, 44 e 45
	RBEF - 50, 53, 55, 57, 61, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 75, 76, 78, 79, 80, 81, 83, 85, 86, 87, 89, 90, 91, 94, 97, 98, 104, 106, 107, 108, 109, 110, 112, 113, 114 e 118
<b>Estática</b>	CBEF - 3, 4, 9, 13, 21, 25, 29 e 34
	RBEF - 92, 95, 99, 111 e 115
<b>Cinemática/Dinâmica</b>	CBEF - 16, 18, 32 e 41
	RBEF - 49, 56, 58, 60, 88, 93, 96 e 116

**Tabela B.13: Conteúdos específicos de cinemática**

<b>Cinemática</b>	<b>Artigos</b>
<b>Velocidade/Aceleração</b>	CBEF - 47 e 48
	RBEF - 62 e 117
<b>Movimento Uniforme</b>	CBEF - 10
	RBEF - 52 e 102
<b>M. U. Variado</b>	CBEF - 11, 22 e 33
	RBEF - 74, 82 e 105
<b>M. Vertical Livre</b>	CBEF - 14, 17, 31, 37, 40 e 42
	RBEF - 54, 59, 77, 100, 101 e 119
<b>M. Projéteis</b>	CBEF - 19, 28, 36, 38 e 46
	RBEF - 51, 73, 84 e 103

**Tabela B.14: Conteúdos específicos de dinâmica**

<b>Dinâmica</b>	<b>Artigos</b>
<b>Leis de Newton</b>	CBEF - 5, 7, 20, 23, 30, 39 e 45
	RBEF - 69, 70, 72, 75, 76, 85, 87, 91, 94, 97, 108, 113 e 118
<b>Conservação do Momento Linear</b>	CBEF - 2 e 6
	RBEF - 63, 64, 83 e 104
<b>Oscilações</b>	CBEF - 1 e 8
	RBEF - 50, 53, 55, 61, 67, 71, 78, 79, 81, 89, 106, 109, 110 e 114
<b>Dinâmica Rotacional</b>	CBEF - 35, 43 e 44
	RBEF - 57, 66, 68, 80, 86, 90 e 98
<b>Mecânica dos Flúidos</b>	CBEF - 12, 15, 24, 26 e 27
	RBEF - 65, 107 e 112

**Tabela B.15: Conteúdos específicos de estática**

<b>Estática</b>	<b>Artigos</b>
<b>Equilíbrio</b>	CBEF - 21 e 34
	RBEF - 99
<b>Equilíbrio de Corpos Extensos</b>	CBEF - 25 e 29
	RBEF - Não há
<b>Estática dos Flúidos</b>	CBEF - 3, 4, 9 e 13
	RBEF - 92, 95, 111 e 115

**Tabela B.16: Conteúdos específicos de Mecânica e nível de ensino**

<b>Nível de Ensino</b>	<b>Conteúdos Específicos de Mecânica</b>
	<b>Cinemática</b>
<b>Ensino Fundamental</b>	CBEF - 47
	RBEF - Não há
<b>Ensino Médio</b>	CBEF - 11, 22, 31 e 40
	RBEF - 84, 102, 103, 105 e 117
<b>Ensino Superior</b>	CBEF - 17, 36, 38, 42, 46 e 48
	RBEF - 51, 54, 59, 77, 82 e 100
<b>Ensino Fundamental/Médio</b>	CBEF - Não há
	RBEF - 62
<b>Ensino Médio/Superior</b>	CBEF - 10, 14, 19, 28, 33 e 37
	RBEF - 52, 73, 74, 101 e 119
	<b>Dinâmica</b>
<b>Ensino Fundamental</b>	CBEF - Não há
	RBEF - 94
<b>Ensino Médio</b>	CBEF - 1, 2, 5, 6, 23, 27, 30, 44 e 45
	RBEF - 63, 64, 89 e 97
<b>Ensino Superior</b>	CBEF - 7, 8, 20, 35 e 43
	RBEF - 53, 55, 57, 61, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 75, 76, 79, 80, 81, 83, 86, 87, 90, 91, 98, 106, 107, 108, 109, 110, 113 e 114
<b>Ensino Fundamental/Médio</b>	Não há
<b>Ensino Médio/Superior</b>	CBEF - 12, 15, 24, 26 e 39
	RBEF - 50, 78, 85, 104, 112 e 118

**Tabela B.16: Conteúdos específicos de Mecânica e nível de ensino (continuação)**

	<b>Estática</b>
<b>Ensino Fundamental</b>	CBEF - Não há
	RBEF - 111 e 115
<b>Ensino Médio</b>	CBEF - 21
	RBEF - Não há
<b>Ensino Superior</b>	CBEF - 9 e 25
	RBEF - 95 e 99
<b>Ensino Fundamental/Médio</b>	CBEF - 4
	RBEF - Não há
<b>Ensino Médio/Superior</b>	CBEF - 3, 13, 29 e 34
	RBEF - 92
	<b>Cinemática/Dinâmica</b>
<b>Ensino Fundamental</b>	CBEF - Não há
	RBEF - 49
<b>Ensino Médio</b>	CBEF - Não há
	RBEF - 58 e 116
<b>Ensino Superior</b>	CBEF - 16, 18, 32 e 41
	RBEF - 56, 60, 88 e 96
<b>Ensino Fundamental/Médio</b>	Não há
<b>Ensino Médio/Superior</b>	CBEF - Não há
	RBEF - 93



**Tabela B.17: Conteúdos específicos de Mecânica e grau de direcionamento**

<b>Grau de Direcionamento</b>	<b>Conteúdos Específicos de Mecânica</b>
	<b>Cinemática</b>
<b>Demonstração</b>	CBEF - 14, 19, 33, 37, 38, 40, 46 e 47
	RBEF - Não há
<b>Verificação</b>	CBEF - 10, 11, 22, 28, 36, 42 e 48
	RBEF - 51, 52, 54, 59, 77, 82, 84, 100, 101 e 119
<b>Investigação</b>	CBEF - 17 e 31
	RBEF - 62, 73, 74, 102, 103, 105 e 117
	<b>Dinâmica</b>
<b>Demonstração</b>	CBEF - 5, 6, 12, 15, 23, 24, 26 e 44
	RBEF - 69, 70, 71, 89, 94, 97 e 104
<b>Verificação</b>	CBEF - 1, 2, 7, 27, 30, 35, 39, 43 e 45
	RBEF - 50, 53, 61, 65, 66, 67, 68, 75, 76, 78, 79, 80, 81, 83, 85, 86, 87, 90, 91, 106, 109, 110, 112, 114 e 118
<b>Investigação</b>	CBEF - 8 e 20
	RBEF - 55, 57, 63, 64, 72, 98, 107, 108 e 113
	<b>Estática</b>
<b>Demonstração</b>	CBEF - 4, 25 e 29
	RBEF - 95 e 111
<b>Verificação</b>	CBEF - 3, 9, 13, 21 e 34
	RBEF - 92
<b>Investigação</b>	CBEF - Não há
	RBEF - 99 e 115
	<b>Cinemática/Dinâmica</b>
<b>Demonstração</b>	CBEF - 18
	RBEF - 49
<b>Verificação</b>	CBEF - 16, 32 e 41
	RBEF - 56, 58, 60, 88, 93, 96 e 116
<b>Investigação</b>	Não há

Tabela B.18: Conteúdos específicos de Mecânica e ênfase matemática

<b>Ênfase Matemática</b>	<b>Conteúdos Específicos de Mecânica</b>
	<b>Cinemática</b>
<b>Qualitativa</b>	CBEF - 14, 17, 22, 31, 33, 37, 38, 40, 46 e 47
	RBEF - 51, 52, 62, 73, 74, 82, 100, 101, 102, 103, 105, 117 e 119
<b>Quantitativa</b>	CBEF - 10, 11, 19, 28, 36, 42 e 48
	RBEF - 54, 59, 77 e 84
	<b>Dinâmica</b>
<b>Qualitativa</b>	CBEF - 6, 8, 12, 15, 20, 23, 24, 26 e 44
	RBEF - 50, 55, 57, 63, 64, 69, 70, 72, 76, 86, 87, 89, 91, 94, 97, 98, 104, 107 e 108
<b>Quantitativa</b>	CBEF - 1, 2, 5, 7, 27, 30, 35, 39, 43 e 45
	RBEF - 53, 61, 65, 66, 67, 68, 71, 75, 78, 79, 80, 81, 83, 85, 90, 106, 109, 110, 112, 113, 114 e 118
	<b>Estática</b>
<b>Qualitativa</b>	CBEF - 3, 4, 25 e 29
	RBEF - 92, 95, 111 e 115
<b>Quantitativa</b>	CBEF - 9, 13, 21 e 34
	RBEF - 99
	<b>Cinemática/Dinâmica</b>
<b>Qualitativa</b>	CBEF - 18
	RBEF - 49, 56, 58, 93 e 116
<b>Quantitativa</b>	CBEF - 16, 32 e 41
	RBEF - 60, 88 e 96

**Tabela B.19: Conteúdos específicos de Mecânica e habilidades adquiridas**

<b>Habilidades Adquiridas</b>	<b>Conteúdos Específicos de Mecânica</b>
	<b>Cinemática</b>
<b>Verificar/Comprovar leis e teorias científicas</b>	CBEF - 10, 11, 19, 28, 36, 40, 42, 46, 47 e 48
	RBEF - 51, 52, 54, 59, 77, 82, 100, 101, 105 e 119
<b>Facilitar a aprendizagem e compreensão dos conceitos</b>	CBEF - 14, 22, 31, 33, 37 e 38
	RBEF - 84 e 102
<b>Ensinar o método científico</b>	CBEF - Não há
	RBEF - 103
<b>Ensinar habilidades práticas</b>	CBEF - 17
	RBEF - 73 e 74
<b>Explorar fenômenos</b>	CBEF - Não há
	RBEF - 62 e 117
	<b>Dinâmica</b>
<b>Verificar/Comprovar leis e teorias científicas</b>	CBEF - 1,2, 5, 7, 8, 15, 26, 27, 30, 35, 39, 43 e 45
	RBEF - 50, 53, 61, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 75, 76,78, 79, 80, 81, 83, 85, 86, 87, 89, 90, 91, 104, 106, 109, 110, 112, 113, 114 e 118
<b>Facilitar a aprendizagem e compreensão dos conceitos</b>	CBEF - 6, 12, 23, 24 e 44
	RBEF - 57, 94, 97, 98, 107
<b>Ensinar o método científico</b>	Não há
<b>Ensinar habilidades práticas</b>	CBEF - 20
	RBEF - 108
<b>Explorar fenômenos</b>	CBEF - Não há
	RBEF - 55, 63, 64 e 72
	<b>Estática</b>
<b>Verificar/Comprovar leis e teorias científicas</b>	CBEF - 3, 9, 13, 21 e 34
	RBEF - 92, 95 e 99
<b>Facilitar a aprendizagem e compreensão dos conceitos</b>	CBEF - 4, 25, 29
	RBEF - 111 e 115
<b>Ensinar o método científico</b>	Não há
<b>Ensinar habilidades práticas</b>	Não há
<b>Explorar fenômenos</b>	Não há

**Tabela B.19: Conteúdos específicos de Mecânica e habilidades adquiridas (continuação)**

	<b>Cinemática/Dinâmica</b>
<b>Verificar/Comprovar leis e teorias científicas</b>	CBEF -16, 32 e 41
	RBEF - 49, 56, 58, 60, 88, 93, 96 e 116.
<b>Facilitar a aprendizagem e compreensão dos conceitos</b>	CBEF - 18
	RBEF - Não há
<b>Ensinar o método científico</b>	Não há
<b>Ensinar habilidades práticas</b>	Não há
<b>Explorar fenômenos</b>	Não há

APÊNDICE C - Distribuição dos artigos analisados em relação a cada um dos pontos discutidos no Capítulo 5

**Tabela C.1: Uso de materiais de baixo custo**

	<b>Uso de Materiais de Baixo Custo</b>
<b>Sim</b>	CBEF - 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45 e 47
	RBEF - 49, 50, 52, 55, 56, 58, 62, 63, 64, 68, 71, 73, 74, 89, 93, 94, 97, 98, 104, 105, 107, 111, 112, 115, 116 e 117
<b>Não</b>	CBEF - 13, 16, 17, 28, 35, 46 e 48
	RBEF - 51, 53, 54, 57, 59, 60, 61, 65, 66, 67, 69, 70, 72, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 95, 96, 99, 100, 101, 102, 103, 106, 108, 109, 110, 113, 114, 118 e 119

**Tabela C.2: Uso de materiais de baixo custo e nível de ensino**

<b>Nível de Ensino</b>	<b>Uso de Materiais de Baixo Custo</b>
	<b>Sim</b>
<b>Ensino Fundamental</b>	CBEF - 47
	RBEF - 49, 94, 111 e 115
<b>Ensino Médio</b>	CBEF - 1, 2, 5, 6, 11, 21, 22, 23, 27, 30, 31, 40, 44 e 45
	RBEF - 58, 63, 64, 89, 97, 105, 116 e 117
<b>Ensino Superior</b>	CBEF - 7, 8, 9, 18, 20, 25, 32, 36, 38, 41, 42 e 43
	RBEF - 55, 56, 69, 71, 98 e 107
<b>Ensino Fundamental /Médio</b>	CBEF - 4
	RBEF - 62
<b>Ensino Médio /Superior</b>	CBEF - 3, 10, 12, 14, 15, 19, 24, 26, 29, 33, 34, 37 e 39
	RBEF - 50, 52, 73, 74, 93, 104 e 112
	<b>Não</b>
<b>Ensino Fundamental</b>	Não há
<b>Ensino Médio</b>	CBEF - Não há
	RBEF - 84, 102 e 103
<b>Ensino Superior</b>	CBEF - 16, 17, 35, 46 e 48
	RBEF - 51, 53, 54, 57, 59, 60, 61, 65, 66, 67, 68, 70, 72, 75, 76, 77, 79, 80, 81, 82, 83, 86, 87, 88, 90, 91, 95, 96, 99, 100, 106, 108, 109, 110, 113 e 114
<b>Ensino Fundamental /Médio</b>	Não há
<b>Ensino Médio /Superior</b>	CBEF - 13 e 28
	RBEF - 78, 85, 92, 101, 118 e 119

Tabela C.3: Uso de materiais de baixo custo e grau de direcionamento

<b>Grau de Direcionamento</b>	<b>Uso de Materiais de Baixo Custo</b>
	<b>Sim</b>
<b>Demonstração</b>	CBEF - 4, 5, 6, 12, 14, 15, 18, 19, 23, 24, 25, 26, 29, 33, 37, 38, 40, 44 e 47
	RBEF - 49, 71, 89, 94, 97, 104 e 111
<b>Verificação</b>	CBEF - 1, 2, 3, 7, 9, 10, 11, 21, 22, 27, 30, 32, 34, 36, 39, 41, 42, 43 e 45
	RBEF - 50, 52, 56, 58, 68, 93, 112 e 116
<b>Investigação</b>	CBEF - 8, 20 e 31
	RBEF - 55, 62, 63, 64, 73, 74, 98, 105, 107, 115 e 117
	<b>Não</b>
<b>Demonstração</b>	CBEF - 46
	RBEF - 69, 70 e 95
<b>Verificação</b>	CBEF - 13, 16, 28, 35 e 48
	RBEF - 51, 53, 54, 59, 60, 61, 65, 66, 67, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 96, 100, 101, 106, 109, 110, 114, 118 e 119
<b>Investigação</b>	CBEF - 17
	RBEF - 57, 72, 99, 102, 103, 108 e 113

Tabela C.4: Uso de materiais de baixo custo e natureza da proposta

<b>Natureza da Proposta</b>	<b>Uso de Materiais de Baixo Custo</b>
	<b>Sim</b>
<b>Apresentação</b>	CBEF - 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 29, 30, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 45 e 47
	RBEF - 50, 52, 56, 58, 68, 71, 74, 89, 93, 97, 98, 104 e 112
<b>Descrição</b>	CBEF - 20, 27, 31, 32 e 43
	RBEF - 49, 55, 62, 63, 64, 73, 94, 105, 107, 111, 115, 116 e 117
	<b>Não</b>
<b>Apresentação</b>	CBEF - 17, 28, 35, 46 e 48
	RBEF - 53, 54, 57, 59, 60, 61, 65, 66, 67, 69, 70, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 85, 86, 87, 88, 90, 91, 95, 96, 99, 100, 101, 102, 106, 109, 110, 113, 114, 118 e 119
<b>Descrição</b>	CBEF - 16
	RBEF - 51, 72, 84, 92, 103 e 108

**Tabela C.5: Presença de roteiros**

	<b>Presença de Roteiros</b>
<b>Sim</b>	CBEF - 8
	RBEF - 52, 65, 92 e 97
<b>Não</b>	CBEF - 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47 e 48
	RBEF - 49, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 93, 94, 95, 96, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118 e 119

**Tabela C.6: Uso do computador**

	<b>Uso do Computador</b>
<b>Sim</b>	CBEF - 28, 42, 44, 46 e 48
	RBEF - 60, 61, 72, 73, 77, 78, 79, 81, 82, 83, 84, 85, 88, 91, 96, 100, 101, 105, 106, 108, 109, 110, 114 e 119
<b>Não</b>	CBEF - 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 45 e 47
	RBEF - 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 74, 75, 76, 80, 86, 87, 89, 90, 92, 93, 94, 95, 97, 98, 99, 102, 103, 104, 107, 111, 112, 113, 115, 116, 117 e 118



**Tabela C.7: Uso do computador e nível de ensino**

<b>Nível de Ensino</b>	<b>Uso do Computador</b>
	<b>Sim</b>
<b>Ensino Fundamental</b>	Não há
<b>Ensino Médio</b>	CBEF - 44
	RBEF - 84 e 105
<b>Ensino Superior</b>	CBEF - 42, 46 e 48
	RBEF - 60, 61, 72, 77, 79, 81, 82, 83, 88, 91, 96, 100, 106, 108, 109, 110 e 114
<b>Ensino Fundamental/Médio</b>	Não há
<b>Ensino Médio /Superior</b>	CBEF - 28
	RBEF - 73, 78, 85, 101 e 119
	<b>Não</b>
<b>Ensino Fundamental</b>	CBEF - 47
	RBEF - 49, 94, 111 e 115
<b>Ensino Médio</b>	CBEF - 1, 2, 5, 6, 11, 21, 22, 23, 27, 30, 31, 40 e 45
	RBEF - 58, 63, 64, 89, 97, 102, 103, 116 e 117
<b>Ensino Superior</b>	CBEF - 7, 8, 9, 16, 17, 18, 20, 25, 32, 35, 36, 38, 41 e 43
	RBEF - 51, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 75, 76, 80, 86, 87, 90, 93, 95, 98, 99, 107 e 113
<b>Ensino Fundamental/Médio</b>	CBEF - 4
	RBEF - 62
<b>Ensino Médio/Superior</b>	CBEF - 3, 10, 12, 13, 14, 15, 19, 24, 26, 29, 33, 34, 37 e 39
	RBEF - 50, 52, 74, 92, 112, 104 e 118

Tabela C.8: Uso do computador e grau de direcionamento

<b>Grau de Direcionamento</b>	<b>Uso do Computador</b>
	<b>Sim</b>
<b>Demonstração</b>	CBEF - 44 e 46
	RBEF - não há
<b>Verificação</b>	CBEF - 28, 42 e 48
	RBEF - 60, 61, 77, 78, 79, 81, 82, 83, 84, 85, 88, 91, 96, 100, 101, 106, 109, 110, 114 e 119
<b>Investigação</b>	CBEF - não há
	RBEF - 72, 73, 105 e 108
	<b>Não</b>
<b>Demonstração</b>	CBEF - 4, 5, 6, 12, 14, 15, 18, 19, 23, 24, 25, 26, 29, 33, 37, 38, 40 e 47
	RBEF - 49, 69, 70, 71, 89, 94, 95, 97, 104 e 111
<b>Verificação</b>	CBEF - 1, 2, 3, 7, 9, 10, 11, 13, 16, 21, 22, 27, 30, 32, 34, 35, 36, 39, 41, 43 e 45
	RBEF - 50, 51, 52, 53, 54, 56, 58, 59, 65, 66, 67, 68, 75, 76, 80, 86, 87, 90, 92, 93, 112, 116 e 118
<b>Investigação</b>	CBEF - 8, 17, 20 e 31
	RBEF - 55, 57, 62, 63, 64, 74, 98, 99, 102, 103, 107, 113, 115 e 117

Tabela C.9: Uso do computador e natureza da proposta

<b>Natureza da Proposta</b>	<b>Uso do Computador</b>
	<b>Sim</b>
<b>Apresentação</b>	CBEF - 28, 42, 44, 46 e 48
	RBEF - 60, 61, 77, 78, 79, 81, 82, 83, 85, 88, 91, 96, 100, 101, 106, 109, 110, 114 e 119
<b>Descrição</b>	CBEF - Não há
	RBEF - 72, 73, 84, 105 e 108
	<b>Não</b>
<b>Apresentação</b>	CBEF - 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 29, 30, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 45 e 47
	RBEF - 50, 52, 53, 54, 56, 57, 58, 59, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 74, 75, 76, 80, 86, 87, 89, 90, 93, 95, 97, 98, 99, 102, 104, 112, 113 e 118
<b>Descrição</b>	CBEF - 16, 20, 27, 31, 32 e 43
	RBEF - 49, 51, 55, 62, 63, 64, 92, 94, 103, 107, 111, 115, 116 e 117

## Referências

- ALMEIDA, A.C.S.; SILVA, J.P.M.; SIQUEIRA, A.; FREJLICH, J. Medida de Viscosidade pelo Método de Ostwald: Um Experimento Didático. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.17, n.4, p.279-284, 1995.
- ALMEIDA, L.D.; VANIEL, B.V. Experimentos de equilíbrio: sistema de forças e polias. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.12, n.2, p.134-141, 1995.
- ANDRADE, J.A.N. **Contribuições formativas do laboratório didático de física sob o enfoque das racionalidades**. 2010. 146 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2010.
- ANGOTTI, J.A.; DELIZOICOV, D.; PERNANBUCO, M.M. **Ensino de Ciências Fundamentos e Métodos**. São Paulo: Cortez Editora, 2009.
- ARAÚJO, M.S.T.; ABIB, M.L.V. S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes enfoques, Diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p. 176-194, jun. 2003.
- ARNOLD, F.J.; ARTHUR, R.; BRAVO-ROGER, L.L.; GONÇALVES, M.S.; OLIVEIRA, M.J.G. Estudo do amortecimento do pendulo simples: uma proposta para aplicação em laboratório de ensino. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n.4, p.4311-4318, 2011.
- ARRIGONE, G.M.; MUTTI, C.N. Uso das experiências de cátedra no ensino de física. **Caderno Brasileiro Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 60-60, abr. 2011.
- AXT, R. Para suas aulas de cinemática: o volante, um móvel bem comportado. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.7, n.2. p.151-156, 1990.
- AXT, R.; MOREIRA, M.A. O ensino experimental e a questão do equipamento de baixo custo. **Revista de Ensino de Física**, v. 13, p. 97-103, 1991.
- BARBOSA, J.O.; PAULO, S.R.; RINALDI, C. Investigação do Papel da Experimentação na Construção de Conceitos em Eletricidade no Ensino Médio. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 16, n. 1, p. 105-122, abr. 1999.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto Editora, 1982.
- BORGES, A.T. Novos Rumos para o Laboratório Escolar de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 9-31, dez. 2002.
- BORGES, A.T.; GOMES, A.D.T. Percepção de estudantes sobre desenhos de testes experimentais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 22, n. 1, p. 73-74, abr. 2005.
- BORTOLETTO, A.; SUTIL, N.; BOSS, S.L.B.; IACHEL, G.; NARDIS, R. Pesquisa em ensino de Física (2000-2007): Áreas temáticas em eventos e revistas nacionais. In: VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis. **Anais...** 2007, p. 1-12.

BRASIL, Conselho Nacional de Educação. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB nº 9394/96**. Brasília, DF, 2010.

\_\_\_\_\_, Conselho Nacional de Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**, Brasília, DF, 1998.

\_\_\_\_\_, Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília, DF, MED/SEB, 2000.

\_\_\_\_\_, Ministério da Educação. PCN+ - Ensino Médio, Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. MEC – SEMTEC, 2002.

CAMPOMAR, M.C. Do uso de “estudo de caso” em pesquisas para dissertações e teses em administração. **Revista de Administração**, v. 26, n. 3, p. 95-97, 1991.

CAMPOS, B.S.; FERNANDES, S.A.; RAGNI, A.C.P.B.; SOUZA, N.F. Física para crianças: abordando conceitos físicos a partir de situações-problema. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n.1, p.1402-1417, 2012.

CARDOSO, D.C.; TAKAHASHI, E.K. Experimentação remota em atividades de ensino formal: um estudo a partir de periódicos Qualis A. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 11, n. 3, p. 185-208, 2011.

CARLOS, J.G.; MONTEIRO JR., F.N.M; AZEVEDO, H.L.; SANTOS, T.P.; TANCREDO, B.N. Análise de Artigos sobre Atividades Experimentais de Física nas Atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. 2009. Florianópolis. **Anais...** 2009, p. 1-13.

CARRASCOSA. J.; PÉREZ, D.G.; VILCHES, A.; VALDÉS, P. Papel de la actividad experimental en la educación científica. **Caderno Brasileiro de Ensino Física**, v. 23, n. 2: p. 157-181, ago. 2006.

CATELLI, F.; MARTINS, J.A.; SILVA, F.S. Um estudo de cinemática com câmara digital. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n.1, p.1503-1510, 2010.

CAVALCANTE, M.A.; BONIZZIA, A.; GOMES, L.C.P. Aquisição de dados em laboratórios de física: um método simples, fácil e de baixo custo para experimentos em mecânica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 30, n. 2, p. 2501- 2506, jul. 2008.

\_\_\_\_\_; TAVALORO, C.R.C. Estudo do lançamento horizontal utilizando o computador para aquisição e análise de dados. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.14, n.3, p.276-287, dez.1997.

COELHO, S.M.; NUNES, A.D.; WIEHE, L.C.N. Formação Continuada de Professores Numa Visão Construtivista: Contextos Didáticos, Estratégias e Formas de Aprendizagem no Ensino Experimental de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 25, n. 1: p. 7-34, abr. 2008.

CORVELONI, E.P.M. GOMES, E.S.; SAMPAIO, A.R.; MENDES, A.F.; COSTA, V.L.L.; VISCOVINI, R.C. Utilização de máquina fotográfica digital (*multi-burst*) para aulas experimentais de cinemática - queda livre. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 3, p. 3504-35081, out. 2009.

DALFOVO, M.S.; LANA, R.A.; SILVEIRA, A. Métodos quantitativos e qualitativos: um resgate teórico. **Revista Interdisciplinar Científica Aplicada**, v. 2, n. 4, p. 1-13, 2008.

DUARTE, S.E. Física para o ensino médio usando simulações e experimentos de baixo custo: um exemplo abordando dinâmica da rotação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. especial 1, p. 525-542, set. 2012.

FARIAS, A. J. O. A construção do laboratório na formação do professor de Física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 9, n. 3, p. 245-251, dez.1992.

FERREIRA, N.S.A. As Pesquisas Denominadas “Estado da Arte”. **Educação & Sociedade**, n. 79, p. 257-272, ago. 2002.

GALIAZZI, M.C.; ROCHA, J.M.B.; SCHMITZ, 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, p.249-263, 2001

GASPAR, A; MONTEIRO, I. C. C. Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, p. 227-254, 2005.

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 de Ensino de Física**, v. 26, n. 3, p. 251-256, set. 2004.

GUIMARÃES, M.C.M. **Estado do Conhecimento da Alfabetização do Brasil (1994-2009)**. 2011 146 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2011.

HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de Las Ciências**, v. 12, n.3, p. 299-313, 1994.

LABURÚ, C. E. Fundamentos para um experimento cativante. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 3, p. 382-404, dez. 2006.

\_\_\_\_\_; ALMEIDA, C.J. Lei de Hooke: uma comparação entre sistemas lineares. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 15, n. 1: p. 71-81, abr. 1998.

\_\_\_\_\_; SILVA, O.H.M.; SALES, D.R. Superações conceituais de estudantes do ensino médio em medição a partir de questionamentos de uma situação experimental problemática. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 32, n.1, p.1402-1416, 2010.

LONGHINI, M.D.; NUNES, M.B.T.; GRILLO, G.A. Flutuação dos corpos: elementos para a discussão sobre sua aprendizagem em alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n.3, p.3401-3409, 2011.

LUNAZZI, J.J.; PAULA, L.A.N. Corpos no interior de um recipiente fechado e transparente em queda livre. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.24, n.3, p.319-325, 2007.

MACEDO JUNIOR, M.A.V.; JESUS, V.L.B. Uma discussão sobre hidrodinâmica utilizando garrafas PET. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n.1, p.1507-1515, 2011.

MACIEL, J. R. L.; KRAUSE, P. Como implementar um laboratório para ensino de física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 4, n. 2, p. 61-67, ago. 1987.

MARINELI, F.; PACCA, J.L.A. Uma interpretação para as dificuldades enfrentadas pelos estudantes em um laboratório de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, p. 497-498, jul. 2006.

MAGALHÃES, M.G.M.; SCHIEL, D.; GUEMINI, I. M.; MAREGA JR, E. Utilizando Tecnologia Computacional na Análise Quantitativa de Movimentos: Uma Atividade para Alunos do Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.24, n.2, p.97-102, 2002.

MICHA, D.N.; PENELLO, G.M.; KAWABATA, R.M.S.; CAMAROTTI, T. “Vendo o invisível”. Experimentos de visualização do infravermelho feitos com materiais simples e de baixo custo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, p. 1501-1506, mar. 2011.

MINAS GERAIS. Secretaria de estado de Educação de Minas Gerais. **CBC: Conteúdo básico Comum de física para o ensino médio**. Educação Básica. Belo Horizonte, 2005.

\_\_\_\_\_, Secretaria de estado de Educação de Minas Gerais. **CBC: Conteúdo básico Comum de física para o ensino médio**. Educação Básica. Belo Horizonte, 2007.

MORAES, J. U.P.; BAROSA, C.J.V. TIC e aprendizagem significativa nas revistas nacionais de ensino de física: o estado da arte (2005-2010). In: XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física, Manaus. **Anais...** 2011, p. 1-10.

MOREIRA, A.C.S.; PENIDO, M.C.M. Sobre as propostas de utilização das atividades experimentais no ensino de física. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis. **Anais...** 2009, p. 1-14.

MOREIRA, M.A. **Pesquisa em Ensino: Aspectos Metodológicos**. 2003. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/pesquisaemensino.pdf>>. Acesso em: 2 abril 2013.

\_\_\_\_\_; OSTERMANN, F. Sobre o ensino do método científico. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.10, n. 2, p.108-117, 1993.

\_\_\_\_\_; VEIT, E.A.; ARAÚJO, I.S. Uma revisão da literatura sobre estudos relativos a tecnologias computacionais no ensino de física. 2004. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/cref/ntef/producao/IIIEIBIEC.PDF>>. Acesso em: 2 abril 2013.

NEVES, J.L. Pesquisa Qualitativa – Características, Usos e Possibilidades. **Caderno de Pesquisa em Administração**, v. 1. n. 3, p. 1-5, 1996.

OLIVEIRA, J.R.S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**, v. 12, n. 1 p. 139-153 jan./jun. 2010.

OSTERMANN, F. A inserção da física moderna no nível médio: um projeto que visa à introdução do tema da supercondutividade em escolas brasileiras. **Caderno de Física da UEFS**, v. 4, n. 1, p. 81-88, 2006.

PEDROSO, C.V. Uma década de pesquisa sobre atividades experimentais na educação em ciências: memórias e realidade. In: III Encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia. Curitiba. **Anais...** 2009, p. 1-15.

PENA, F.L.A; RIBEIRO, A.F<sup>o</sup>. Obstáculos para o uso da experimentação no ensino de Física: um estudo a partir de relatos de experiências pedagógicas brasileiras publicados em periódicos nacionais da área (1971-2006). **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, p. 1-13, 2009.

PEREIRA, O.C.N.; SILVA, W.M.; SABINO, A.C.; GOZZI, M.E.; SAMPAIO, A.R.; VISCOVINI, R.C. Software de efeito estroboscópico por superposição de frames de vídeos aplicados no ensino de cinemática. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.29, n.2, p.267-282, 2012.

PIMENTEL, J.R.; ZUMPARO, V.H.; YAGINUMA, L.M. Trilho de ar – uma proposta de baixo custo. **Revista de Ensino de Física**, v. 11, n. 1, p. 15-23, dez. 1989.

PINHO ALVES, J. F<sup>o</sup>. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. In: II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Valinhos. **Anais...** 1999, p. 1-12.

\_\_\_\_\_, **Atividades experimentais: do método à prática construtivista**. 2000. 302 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências Naturais) – Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.

PINTÃO, C.A.F.; SOUZA FILHO, M.P.; USIDA, W.F. Estudo experimental do momento de inércia de um cone. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.27, n.2, p.237-243, 2005.

PUPO, H.C; ZIEMATH, E.C. Determinação do momento de inércia de um volante usando um faiscador. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.19, n.1, p.121-128, 2002.

QUEIROZ, A.D.; SILVA, C.C. A pesquisa em ensino de física no Brasil: um balanço crítico a partir dos eventos da sociedade brasileira de física. In: XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Curitiba. **Anais...** 2008, p.1-10.

QUIRINO, W.G.; LAVARDA, F.C. Projeto “experimentos de física para o ensino médio com materiais do dia-a-dia”. **Caderno Catarinense Ensino de Física**, v. 18, n.1: p.117-122, abr. 2001.

RAMOS, T.C.; VERTCHENKO, L. Uma abordagem experimental das propriedades dos corpos deformáveis no ensino de física geral para os cursos de engenharia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n.1, p.1502-1511, 2011.

REZENDE, F.; OSTERMANN, F.; FERRAZ, G. Ensino-aprendizagem de física no nível médio: o estado da arte da produção acadêmica no século XXI. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, p. 1402-1410, abr. 2009.

RIBEIRO, M.S; FREITAS, D.S.; MIRANDA, D.E. A problemática do ensino de laboratório na UEFS. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 19, n. 4, p. 444-447, 1997.

RICARDO, E.C; ZYLBERSZTAIN, A. Os Parâmetros Curriculares Nacionais Para as Ciências do Ensino Médio: Uma Análise a Partir da Visão de Seus Elaboradores. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.13, n. 3, p. 257-274, 2008.

RINALDI, E.; GUERRA, A. História da ciência e o uso da instrumentação: construção de um transmissor de voz como estratégia de ensino. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 3, p. 653-675, dez. 2011.

ROSA, C.W. Concepções metodológicas no laboratório didático de física na Universidade de Passo Fundo. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 5, n. 2, p. 13-27, out. 2003.

SABA, M.M.F.; SILVA, F.J.F.; SOUZA, R.C. A Física em um Canhão de Batatas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 21, p.1, p.85-90, 1999.

SALEM, S; KAWAMURA, M.R.D. Pesquisa em ensino de física no Brasil: diferentes olhares sobre o estado da arte. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis. **Anais...** 2009, p. 1-12.

SCHROEDER, C. A importância da física nas quatro primeiras séries do ensino fundamental. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 1, p. 89-94, 2007.

SÉRÉ, G.; COELHO, S. M.; NUNES, A. D. O Papel da Experimentação no Ensino da Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 20, n. 1, p. 31-43, abr. 2003.

SOARES, R.R.; BORGES, P.F. O plano inclinado de Galileu: uma medida manual e uma medida com aquisição automática de dados. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 2, p. 2501-2511, 2010.

SOUZA, P.V.S.; DONANGELO, R. Velocidades média e instantânea no Ensino Médio: uma possível abordagem. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n.3, p.3503-3509, 2012.

STUART, R.C.; MARCONDES, M.E.R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Ciências & Cognição**, v. 14, n. 1, p. 50-74, 2009.

SAUERWEIN, I.P.S.; KAWAMURA, M. R. D.; DELIZOICOV, D. O laboratório didático de física no ensino superior: contrastes e transformações. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 5., 2005, Bauru. **Atas...** 2005, p. .

TAVEIRA, A.M.A.; BARREIRO, A C. M.; BAGNATO, V.S. Simples demonstração do movimento de projéteis em sala de aula. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.9, n.1, p.38-44, 1992.

THOMAZ, M.F. A experimentação e a formação de professores de ciências: uma reflexão. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 17, n.3, p. 360-369, 2000.

TRUMPER, R. The Physics Laboratory – A Historical Overview and Future Perspectives. **Science & Education**, v. 12, p. 645-670, 2003.

URIAS, G; ASSIS, A. experimentos físicos nas salas de aula do ensino fundamental: meio de acesso à linguagem física. In: XVIII Simpósio Nacional do Ensino de Física, Vitória. **Anais...** 2009, p. 1-7.

VALADARES, E.C. Propostas de experimentos de baixo custo centradas no aluno e na comunidade. **Química Nova na Escola**. n. 13, p. 38-40, mai. 2001.



VENTURA, P.C.S.; NASCIMENTO, S.S. Laboratório não estruturado: uma abordagem do ensino experimental de física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.9, n.1, p.54-60, 1992.

VIVEIRO, A.A.; CAMPOS, L.M.L. Estratégias de ensino na formação de professores de ciências: investigando alguns aspectos da prática docente. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis. **Anais...** 2009, p. 1-7.

WISNIEWSKI, G. **Utilização de Materiais de Baixo Custo no Ensino de Química Conjugados aos Recursos Locais Disponíveis**. 1990. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 1990.