



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO UNIVERSIDADE VIRTUAL
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
LICENCIATURA EM FÍSICA

ANTÔNIO ARAÚJO DA SILVA

CONCEPÇÕES ESPONTÂNEAS DE ALUNOS DO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO
SOBRE AS TRÊS LEIS DO MOVIMENTO DE NEWTON, ATRAVÉS DE
ATIVIDADES EXPERIMENTAIS COM MATERIAL ALTERNATIVO

CAMOCIM-CE

2013

ANTÔNIO ARAÚJO DA SILVA

**CONCEPÇÕES ESPONTÂNEAS DE ALUNOS DO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO
SOBRE AS TRÊS LEIS DO MOVIMENTO DE NEWTON, ATRAVÉS DE
ATIVIDADES EXPERIMENTAIS COM MATERIAL ALTERNATIVO**

Monografia submetida ao Programa de Licenciatura em Física Semipresencial da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Física.

Orientador: Prof. Ms. Francisco Herbert Lima Vasconcelos.

CAMOCIM-CE

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca do Curso de Física

S237o Silva, Antônio Araújo da
Concepções espontâneas de alunos do 1º ano do Ensino Médio sobre as três leis do movimento de Newton, através de atividades experimentais com material alternativo. / Antônio Araújo da Silva. Camocim: [s.n] – 2013.
85 f.: Il. color., enc.; 30 cm.

Monografia (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Instituto Universidade Virtual/Departamento de Física, Programa de Graduação, Camocim, 2013.

Área de Concentração: Ensino de Física.

Orientador: Prof. Ms. Francisco Herbert Lima Vasconcelos.

1. Física – ensino e aprendizagem. 2. Concepções prévias e/ou espontâneas. 3. Física – experimentos alternativos. I. Título.

CDD 530.07

ANTÔNIO ARAÚJO DA SILVA

**CONCEPÇÕES ESPONTÂNEAS DE ALUNOS DO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO
SOBRE AS TRÊS LEIS DO MOVIMENTO DE NEWTON, ATRAVÉS DE
ATIVIDADES EXPERIMENTAIS COM MATERIAL ALTERNATIVO**

Monografia submetida ao Programa de Licenciatura em Física Semipresencial da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Física.

Orientador: Prof. Ms. Francisco Herbert Lima Vasconcelos.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Ms. Francisco Herbert Lima Vasconcelos (Orientador)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Ms. Albano Oliveira Nunes (Examinador Externo)

Secretaria de Educação do Ceará (SEDUC)

Prof. Ms. Mairton Cavalcante Romeu (Examinador Externo)

Instituto Federal de Educação e Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

A Deus.

À minha Família em geral e particularmente
ao meu sobrinho Rangel.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Ceará, pela oportunidade de ser aluno dessa renomada instituição.

Ao Professor Ms. Francisco Herbert Lima Vasconcelos, pelos ótimos materiais de ensino dispostos ao decorrer do curso e das disciplinas TCC I e TCC II e pela excelente orientação e ensinamentos que servirão para toda minha vida.

Aos membros da Banca Examinadora Professor Ms. Albano Oliveira Nunes e Professor Ms. Mairton Cavalcante Romeu, pelas valiosas colaborações e sugestões.

À E. E. M. Jaime Laurindo da Silva, em nome do Diretor Carlos Vinícius Rocha Veras e dos demais componentes do Núcleo Gestor, do Professor Ronisvaldo Carvalho Fontenele (Prof. Ronis) e dos Alunos do 1º ano turma “A” que foram atores muito importantes nesta pesquisa, tanto pela colaboração quanto pelas sugestões dadas.

Se eu fui capaz de ver um pouco mais adiante
que outros homens, é por que eu montei nos
ombros de gigantes.

(Sir Isaac Newton)

RESUMO

Esta pesquisa investiga a construção e reestruturação científica baseada nas concepções espontâneas dos alunos, sobre as leis de movimento de Newton, através de atividades experimentais com materiais alternativos. Partindo da hipótese que um Ensino de Física que valorize o conhecimento adquirido em situações do dia-a-dia e a experimentação do fenômeno envolvido pode facilitar a compreensão de conceitos científicos básicos. Fundamentada nas teorias construtivistas e cognitivistas, em especial a Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Foi aplicado inicialmente um questionário sociocultural e educacional para conhecer o processo de ensino de Física dos alunos e um pré-teste para verificar os conhecimentos prévios a respeito dos fenômenos em questão. Foram realizadas atividades práticas com material alternativo, seguidas de discussão dos fenômenos envolvidos e por último foi aplicado um pós-teste com o objetivo de avaliar o aprendizado ocorrido. E por fim foram feitas a análise e discussão dos dados obtidos para se chegar às considerações a respeito do caso em questão, as quais foram expressas através da comparação dos resultados do pré-teste e do pós-teste.

PALAVRAS CHAVES: Física – ensino e aprendizagem. Concepções prévias e/ou espontâneas. Física – experimentos alternativos.

LISTAS DE TABELAS

Tabela 4.2.1 – Número de alunos por turma, turno, série e local de ensino	34
Tabela 4.2.2 – Número de professores por nível e área de formação	34
Tabela 4.2.3 – Estrutura física da escola, unidade sede	36
Tabela 5.2.1 – Pergunta 1 do Pré-Teste com o gráfico de respostas	49
Tabela 5.2.2 – Pergunta 2 do Pré-Teste com o gráfico de respostas	50
Tabela 5.2.2 – Pergunta 3 do Pré-Teste com o gráfico de respostas	51
Tabela 5.2.4 – Pergunta 4 do Pré-Teste com o gráfico de respostas	52
Tabela 5.2.5 – Pergunta 5 do Pré-Teste com o gráfico de respostas	53
Tabela 5.2.6 – Pergunta 6 do Pré-Teste com o gráfico de respostas	54
Tabela 5.2.7 – Pergunta 7 do Pré-Teste com o gráfico de respostas	55
Tabela 5.2.8 – Pergunta 8 do Pré-Teste com o gráfico de respostas	56
Tabela 5.2.9 – Pergunta 9 do Pré-Teste com o gráfico de respostas	56
Tabela 5.2.10 – Pergunta 10 do Pré-Teste com o gráfico de respostas	57
Tabela 5.3.1 – Pergunta 1 do Pós-Teste com o gráfico de respostas	59
Tabela 5.3.2 – Pergunta 2 do Pós-Teste com o gráfico de respostas	60
Tabela 5.3.3 – Pergunta 3 do Pós-Teste com o gráfico de respostas	61
Tabela 5.3.4 – Pergunta 4 do Pós-Teste com o gráfico de respostas	62
Tabela 5.3.5 – Pergunta 5 do Pós-Teste com o gráfico de respostas	63
Tabela 5.3.6 – Pergunta 6 do Pós-Teste com o gráfico de respostas	64
Tabela 5.3.7 – Pergunta 7 do Pós-Teste com o gráfico de respostas	65
Tabela 5.3.8 – Pergunta 8 do Pós-Teste com o gráfico de respostas	66
Tabela 5.3.9 – Pergunta 9 do Pós-Teste com o gráfico de respostas	67

LISTAS DE FIGURAS

Figura 4.2.1 – Organograma da Escola	35
Figura B1.7 – Ilustração do caso descrito na questão 7 do pré-teste	77
Figura I1 – Indicação de montagem do Experimento I (Rolamento)	82
Figura I2 – Esquema de montagem e realização do Experimento I (a)	83
Figura I3 – Esquema de montagem e realização do Experimento I (b)	83

LISTAS DE GRÁFICOS

Gráfico 5.1.1: Respostas da pergunta 1 do QSE por frequência e percentual	42
Gráfico 5.1.2: Respostas da pergunta 2 do QSE por frequência e percentual	42
Gráfico 5.1.3: Respostas da pergunta 3 do QSE por frequência e percentual	43
Gráfico 5.1.4: Respostas da pergunta 4 do QSE por frequência e percentual	44
Gráfico 5.1.5: Respostas da pergunta 5 do QSE por frequência e percentual	44
Gráfico 5.1.6: Respostas da pergunta 6 do QSE por frequência e percentual	45
Gráfico 5.1.7: Respostas da pergunta 7 do QSE por frequência e percentual	46
Gráfico 5.1.8: Respostas da pergunta 8 do QSE por frequência e percentual	46
Gráfico 5.1.9: Respostas da pergunta 9 do QSE por frequência e percentual	47
Gráfico 5.1.10: Respostas da pergunta 10 do QSE por frequência e percentual	48
Gráfico 5.2.1: Respostas da pergunta 1 do pré-teste por frequência e percentual	49
Gráfico 5.2.2: Respostas da pergunta 2 do pré-teste por frequência e percentual	50
Gráfico 5.2.3: Respostas da pergunta 3 do pré-teste por frequência e percentual	51
Gráfico 5.2.4: Respostas da pergunta 4 do pré-teste por frequência e percentual	52
Gráfico 5.2.5: Respostas da pergunta 5 do pré-teste por frequência e percentual	53
Gráfico 5.2.6: Respostas da pergunta 6 do pré-teste por frequência e percentual	54
Gráfico 5.2.7: Respostas da pergunta 7 do pré-teste por frequência e percentual	55
Gráfico 5.2.8: Respostas da pergunta 8 do pré-teste por frequência e percentual	56
Gráfico 5.2.9: Respostas da pergunta 9 do pré-teste por frequência e percentual	56
Gráfico 5.2.10: Respostas da pergunta 10 do pré-teste por frequência e percentual	57
Gráfico 5.3.1: Respostas da pergunta 1 do pós-teste por frequência e percentual	59
Gráfico 5.3.2: Respostas da pergunta 2 do pós-teste por frequência e percentual	60
Gráfico 5.3.3: Respostas da pergunta 3 do pós-teste por frequência e percentual	61
Gráfico 5.3.4: Respostas da pergunta 4 do pós-teste por frequência e percentual	62
Gráfico 5.3.5: Respostas da pergunta 5 do pós-teste por frequência e percentual	63
Gráfico 5.3.6: Respostas da pergunta 6 do pós-teste por frequência e percentual	64
Gráfico 5.3.7: Respostas da pergunta 7 do pós-teste por frequência e percentual	65
Gráfico 5.3.8: Respostas da pergunta 8 do pós-teste por frequência e percentual	66
Gráfico 5.3.9: Respostas da pergunta 9 do pós-teste por frequência e percentual	67

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	O ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL	17
2.1	Aspectos Históricos do Ensino de Física no Brasil	17
2.2	Discussões atuais sobre o Ensino de Física	19
2.3	A Experimentação no Ensino de Física	21
2.4	O ensino das “Três Leis de Newton” e as dificuldades que o permeiam	24
3	O ENSINO DE FÍSICA CONFORME A PERSPECTIVA COGNITIVO- CONSTRUTIVISTA	27
3.1	Teorias da Aprendizagem e o Construtivismo no Ensino de Física	27
3.2	Aprendizagem Significativa	28
3.3	Concepções Espontâneas e Construção Científica na aprendizagem de Física	29
4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	32
4.1	Delineamentos da Pesquisa	32
4.2	Caracterização dos sujeitos e do contexto da pesquisa	33
4.3	Descrição geral das etapas da pesquisa	36
4.4	A descrição dos experimentos e dos conceitos envolvidos	37
4.4.1	<i>Experimento I – Princípio da Inércia</i>	37
4.4.2	<i>Experimento II – Princípio Fundamental da Dinâmica</i>	38
4.4.3	<i>Experimento III – Princípio da Ação e Reação</i>	39
5	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	41
5.1	Análise e discussão do Questionário Sociocultural e Educacional - QSE	41
5.2	Análise e discussão do Pré-Teste	49
5.3	Análise e discussão do Pós-Teste	58
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
	REFERÊNCIAS	71
	APÊNDICES	75
	ANEXOS	82

1 INTRODUÇÃO

O Ensino de Física na educação básica e na educação superior ainda é uma tarefa muito complexa para os educadores, pois é desafiador ensinar Física de forma que se aproxime do cotidiano dos alunos. Medeiros (2000) citado por Vasconcelos (2010) aponta como umas das razões para tal situação, a existência de muitos conceitos físicos e o fato de alguns deles ser muito abstratos à nossa realidade. As dificuldades encontradas na construção do conhecimento em Física têm impacto diretamente no ensino/aprendizagem e a complexidade de varias temáticas da Física pode fazer “com que os estudantes se sintam entediados ou cheguem mesmo a detestar o estudo da Física”. (SOEGENG, 1998; TRAMPUS e VELENJE, 1996 *apud* VASCONCELOS, 2010, p. 24).

No ensino de física, é perceptível a existência de dificuldade do aluno em correlacionar a teoria estudada com situações do cotidiano. Lima (2010, p. 18) afirma que “esta situação pode esta atrelada a falta de aulas experimentais que ajudam na compreensão fazendo com que o aluno se desempenhe mais no processo de aprendizagem”. Nunes (2006) atribui ao professor, a responsabilidade por atividades que sirvam de motivação que leve o aluno não só a querer aprender, mas a aplicar a ciência aprendida na escola, dando sentido ao assunto abordado. O mesmo autor enfatiza que desta forma o aluno se alfabetiza cientificamente, adquirindo uma formação sólida que o permita praticar atitudes cidadãos. Nesta perspectiva o aprender se torna mais interessante quando o aluno se sente competente pelas atitudes e métodos de motivação em sala de aula.

[...] Contudo, a escolha da estratégia de trabalho do professor tem que atender aos fins educativos que se propõe atingir, a adequação do conteúdo programático às características e potencialidades cognitivas dos alunos, bem como ao uso dos meios pedagógicos disponíveis e o tempo para estudo, com o fito de ser condição de possibilidade para uma atividade docente exitosa. (LIMA, 2010, p.17).

A experimentação no Ensino de Física não é uma tarefa simples, pois há vários fatores que influenciam negativamente como escassez de laboratórios nas escolas, baixa carga horária da disciplina e excesso de turmas e alunos para um mesmo educador. Além disso, muitos professores associam atividades práticas com necessidade de ambiente bem equipado para a efetivação de aulas experimentais. Estes docentes acabam esquecendo-se que “é possível realizar atividades práticas e motivadoras na sala de aula, sem laboratórios ou instrumentos sofisticados” (SOUSA, 2010, p. 16) e adequar à realidade dos alunos. Como aulas baseadas em experimentos com materiais alternativos, com uso de tecnologias, dentre outros recursos.

Muitos são os motivos que podem levar o professor a usar experimentos com materiais alternativos como ferramentas no Ensino de Física, como possível falta de laboratório ou de materiais específicos para as aulas. Podemos usar deste método para atrair a atenção dos alunos, facilitar a compreensão do fenômeno, diminuir gastos e demonstrar fenômenos físicos, sem necessidade de componentes especiais. E conseqüentemente dar mais ênfase à realidade que nos cerca e à importância desta ciência na vida dos educandos.

Em nossa intervenção experimental consideramos como concepções espontâneas as ideias e conhecimentos primários ou pré-existentes em cada indivíduo em relação a um determinado fenômeno. São as noções advindas de seu primeiro entendimento sobre determinado acontecimento, bem como da necessidade que têm de resolver os problemas do cotidiano. (FLORENTINO, 2004). Este conhecimento é repassado para outras gerações, é superficial e assistemático, contudo não podemos considerá-lo como falso. Conforme Villani, Pacca e Hosoume,

Os trabalhos que visam identificar e caracterizar concepções espontâneas têm sempre a preocupação básica de localizar ideias fundamentais que, nas várias manifestações dos estudantes ao pensarem sobre certo conteúdo, pode assumir roupagens diversas. (1985, p. 39).

Baseamo-nos em teoria construtivista, a qual afirma que a aprendizagem ocorre por “construção ativa, reestruturação de conhecimento anterior. Ocorre através de oportunidades múltiplas e diferentes processos para associar-se ao que já é conhecido” (WOOLFOLK, 2000, p. 248 *apud* BALIEIRO, 2003, p. 52). Segundo Guimarães para a teoria construtivista de Bruner o aprendizado é um processo ativo baseado nos conhecimentos prévios dos alunos e os que estão sendo estudados em que o “aprendiz é participante ativo no processo de aquisição do conhecimento.” (2010, p. 38).

Apoiamo-nos também na teoria cognitivista de David Ausubel, a qual defende que o que o aluno já sabe é o fator mais importante na aprendizagem e que a “aprendizagem ocorre quando uma nova informação ancora-se em conceitos ou proposições relevantes preexistentes”. (GUIMARÃES, 2010, p. 40). De acordo com Balieiro (2003) esta teoria é sustentada pelas mesmas bases que norteiam a Epistemologia Genética de Piaget e ambas são teorias construtivistas.

Os fenômenos físicos presentes nos experimentos são as leis do movimento, que apesar de haverem sido constatadas anteriormente por Galileu Galilei foram claramente estabelecidas pela primeira vez por Sir Isaac Newton (1642 – 1727) em 1687. Publicadas em

sua obra *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* - Princípios Matemáticos de Filosofia Natural (PORTO; PORTO, 2008).

As Leis de Newton têm muitas aplicações no cotidiano das pessoas e, por ocorrerem espontaneamente, muitas vezes estes indivíduos não conhecem cientificamente os conceitos envolvidos nestes fenômenos. Tais como, rebocar objetos mais pesados que o rebocador, necessidade de distância para parada de um carro, depois do início do movimento ou por que é mais complicado este parar quando a pista está molhada. O uso do cinto de segurança e do encosto da cabeça, dentre varias outras situações.

O Ensino de Física apenas teórico, sem experiências práticas, pode dificultar que os educandos compreendam os fenômenos físicos. Este fator pode desencadear vários problemas para o Ensino de Física, como, desinteresse dos educandos pelas ciências e dificuldade em seu aprendizado em Física, uma vez que não há significação de alguns fenômenos naturais. Para Vasconcelos (2010, p. 17) “a compreensão do que é ciência por meio da perspectiva enciclopédica, livresca e fragmentada não reflete sua natureza dinâmica, articulada, histórica e não neutra.”

Gomes e Belline (2009) afirmam que a observação e o questionamento causado pelo conflito entre as concepções prévias e as novas descobertas são essenciais para o ensino/aprendizagem de Física. Salientam também que sem estas bases para a investigação científica não há compreensão de conceitos físicos e nem mesmo a visualização dos mesmos.

Diante destes problemas existentes no ensino/aprendizagem de Física, como identificar e valorizar as concepções espontâneas e os conhecimentos prévios dos alunos a respeito dos fenômenos físicos, buscando chegar a uma aprendizagem significativa? Conforme a teoria cognitivista de Ausubel ocorre aprendizagem significativa quando uma informação se relaciona a outras já existentes na estrutura cognitiva dos alunos. Nesta perspectiva, parece promissor avaliar os conhecimentos existentes e/ou formulados pelo aluno, pois são sobre estas bases que as novas informações serão formadas. Segundo Bosco e Cunha (2003) citados por Lima (2010, p. 16) “o uso dos mais variados recursos didáticos faz com que o aluno participe do processo de construção do conhecimento, percebendo a verdadeira relação entre a teoria e a prática.”

O que fazer para instigar o interesse dos educandos pelos conteúdos estudados e proporcionar compreensão dos conceitos científicos básicos? Santos e Schnetzler (1996) afirmam que atividades experimentais são relevantes se caracterizadas pelo seu papel investigativo e sua função pedagógica em auxiliar o aluno na compreensão dos fenômenos. “A utilização de diferentes métodos com a inserção de observações, experimentações, jogos,

[...] desperta o interesse dos estudantes pelos conteúdos e proporciona um sentido à compreensão da ciência”. (VASCONCELOS, 2010, p. 17). Conforme Seré e colaboradores (2003) citados por Lima (2010) a experimentação tem o papel de estabelecer ligação entre formulações teóricas e realidade.

O presente trabalho tem como objetivo investigar a estruturação e reestruturação científica sob as concepções prévias ou espontâneas, de alunos do 1º ano do Ensino Médio, sobre as leis de movimento de Newton, através de atividades experimentais com materiais alternativos. Seus objetivos específicos consistem em:

- Conhecer o atual processo educacional de Física dos alunos, em relação à estrutura escolar, à atuação do professor em com respeito à contextualização e práticas e a postura dos alunos a cerca da importância da física e de atividades experimentais em seu ensino;
- Analisar o nível de conhecimento (empírico ou científico) ou as concepções prévias dos educandos a respeito das leis do movimento de Newton;
- Propor atividades experimentais com material alternativo, visando a estruturação de conceitos científicos no cognitivo dos alunos a partir de suas concepções prévias, espontâneas ou alternativas; e
- Aferir as concepções científicas destes alunos para avaliar se as propostas experimentais alcançaram os objetivos esperados.

Como ciência, a Física normalmente tem as funções de delinear, interpretar e prever fenômenos naturais, utilizando modelos teóricos e instrumentos tecnológicos e/ou matemáticos. Nos fundamentos desta ciência, observação, formulação teórica e experimentos práticos estão relacionados e, portanto, todos estes meios são indispensáveis para seu desenvolvimento e construção da realidade. Desta forma o Ensino de Física necessita de inúmeros elementos para permanecer em concordância com as bases da Física como ciência natural e a praxe pedagógica não pode privilegiar apenas os aspectos formais e teóricos desconhecendo os demais.

A Física é habitualmente vista como uma disciplina complicada e difícil de ensinar, mas há um consenso entre os educadores de que a maior complexidade está em captar a atenção dos alunos às aulas de Física (SOUSA, 2010). Assim, investigar as concepções espontâneas e/ou científicas dos alunos a respeito de determinado conteúdo com uso de materiais alternativos é muito consistente, pois possivelmente teremos facilidade de captar a atenção dos mesmos. Nossa investigação foi centrada na espontaneidade dos alunos a

respeito dos fenômenos ocorridos nestes experimentos e não na comprovação de uma verdade físico-científica.

Conforme as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) para o ensino de Física no Ensino Médio. “É indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis” (BRASIL, 2002, p. 84).

Diante dos resultados das investigações feitas anteriormente, faz-se necessário pesquisar o assunto em questão em busca de melhor compreensão. Além disso, a importância desta abordagem também se justifica em seus aspectos técnicos. Que são situações que se aproxime o melhor possível de determinados fenômenos (a experimentação), adequação à realidade do alunado (a escolha de material alternativo) e valorização dos conhecimentos advindos dos alunos (concepções espontâneas). As considerações feitas a respeito dos resultados desta pesquisa poderão ser usadas como embasamentos teóricos para pesquisas mais específicas.

A abordagem metodológica desta pesquisa é predominantemente qualitativa, com objetivos exploratórios e seus procedimentos técnicos caracterizam um estudo de caso. Seu aspecto é “entendido como uma inquirição empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de um contexto da vida real” (YIN, 2001, *apud* VESCE NETO, 2007, p. 14). Para melhor compreensão dos fatores envolvidos, na análise dos dados usamos também o método quantitativo, ou seja, apresentamos os dados quantitativamente seguidos da análise qualitativa dos mesmos.

O ambiente de amostra foi alunos do 1º ano do Ensino Médio de uma escola da rede estadual de ensino.

Este trabalho é constituído por seis capítulos. O primeiro apresenta a introdução, incluindo a contextualização, a problemática, o objetivo geral e os objetivos específicos, as justificativas, a metodologia, bem como a sua estrutura.

O segundo refere-se à fundamentação teórica, abordando sucintamente o Ensino de Física no Brasil, dividido em quatro seções principais, as quais descrevem: 1) Aspectos históricos do Ensino de Física no Brasil; 2) Discussões atuais sobre o Ensino de Física; 3) A experimentação no Ensino de Física; e 4) O ensino das Leis do Movimento de Newton e as dificuldades que o permeiam.

O terceiro também se refere à fundamentação teórica, neste é abordado o Ensino de Física conforme a perspectiva cognitivo-construtivista, dividido em três seções, onde se

descrevem: 1) Teorias da aprendizagem e o Construtivismo no Ensino de Física; 2) A Aprendizagem Significativa; e 3) Concepções Espontâneas e Construção Científica na aprendizagem de Física.

O quarto diz respeito à metodologia, onde é descrito o estudo dos métodos adotados para a elaboração deste trabalho e o processo utilizado para a obtenção de resultados. Está dividido em quatro seções principais, as quais apresentam: 1) Delineamento da Pesquisa; 2) Caracterização dos sujeitos e do contexto da pesquisa; 3) Descrição geral das etapas da pesquisa; e 4) A descrição dos experimentos e conceitos envolvidos.

O quinto expõe os resultados obtidos em relação ao objetivo de investigar a estruturação e reestruturação científica, de alunos do 1º ano do Ensino Médio, sob suas concepções prévias ou espontâneas sobre as leis de movimento de Newton através de atividades experimentais com materiais alternativos.

O último traz as considerações finais a respeito deste trabalho, juntamente com as sugestões e solicitações de possíveis trabalhos futuros a respeito do mesmo tema.

2 O ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL

2.1 Aspectos Históricos do Ensino de Física no Brasil

Ao abordarmos aspectos do ensino/aprendizagem de Física, vejamos inicialmente seu processo histórico/evolutivo na educação brasileira. O ensino no Brasil, desde sua primeira escola fundada na Bahia em 1549, na época da colônia, com ensino predominantemente voltado às ciências humanas, nunca teve como prioridade a educação científica e tecnológica. Esta situação permaneceu até aproximadamente o início do século XIX, excetuando algumas iniciativas dos jesuítas que buscavam compreender e ensinar fenômenos naturais como a meteorologia. Bem como na invasão holandesa em que realizavam atividades científicas. A Física foi incluída como disciplina por volta de 1800 no currículo do seminário de Olinda, fundado pelo bispo Azeredo Coutinho. Houve grande movimentação cultural e científica com a chegada da família real ao Brasil, mas só visavam os estudos da medicina e seus interesses. (ALMEIDA JUNIOR, 1979, *apud* SOUSA, 2010).

Somente a partir de 1837, com a fundação do Colégio Pedro II, no Rio de Janeiro, verifica-se que o ensino de Física no Brasil passa a ser estudado de maneira mais efetiva. Nesta época o ensino era baseado somente na transmissão de informações com aulas puramente expositivas, tendo em vista à preparação para os exames que proporcionavam aos alunos a continuidade dos estudos. (ROSA e ROSA, 2005). De acordo com Multírio (2006) citado por Diogo e Gobara (2007) este exame admissional para curso superior, introduzido no Brasil império, suprimia as aulas de Física, uma vez que as disciplinas humanas eram mais avaliadas para o ingresso.

Em 1934 foi criado o primeiro curso de graduação em Física no Brasil (*Sciencias Physicas*), junto a Faculdade de *Philosophia, Sciencias* e Letras da Universidade de São Paulo. Conforme Rosa e Rosa (2005) este curso formava bacharéis e licenciados em Física, sendo os licenciados designados a lecionar em escolas do ensino fundamental até o superior.

Antes da Segunda Guerra Mundial as atividades experimentais já eram presentes no ensino de Física. Estas eram constituídas por arranjos experimentais sofisticados, com custos elevados e poucos centrados na demonstração por parte do docente. O ensino de Física neste período objetivava a demonstração do fenômeno físico em forma de ilustração da teoria, ficando conhecido como Era das Máquinas. (ROSA e ROSA, 2005).

Na década de 50, segundo Rosa e Rosa (2005), a Física passou a ser componente obrigatório dos currículos escolares, devido à intensificação da industrialização no país. Após

esta década a visão sobre atividades experimentais foi modificada e passou a ser privilegiada a montagem de experiências pelos alunos. Ocorreu então, uma grande mudança na maneira que eram dadas as aulas práticas de Física, os estudantes recebiam *kits* para montagem dos experimentos desejados. Ainda nas décadas de 50 e 60, o Ensino de Física dependia de governo estrangeiro e era baseado no modelo americano, caracterizado pelo domínio de conteúdos e pelo desenvolvimento de atividades experimentais.

Em 1961 foi instituído a primeira Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), iniciando-se um movimento de reforma da educação brasileira. Para Popkewitz (1997) este movimento de reforma da educação brasileira nasceu dentro de uma euforia geral sobre o papel da Ciência no avanço do mundo, idealizando uma perspectiva técnica da Ciência. Idealização esta que priorizou o conhecimento científico produzido por cientistas que não se interessavam pelos valores sociais e que baseavam seus trabalhos de pesquisas em normas de consenso geral.

Conforme Gouveia:

Para atingir o nível de desenvolvimento das grandes potências ocidentais, a educação foi considerada como alavanca do progresso. Não bastava olhar a educação como um todo, era preciso dar especial atenção ao aprendizado de Ciências. O conhecimento científico do mundo ocidental foi colocado em cheque e ao mesmo tempo, foi tido como mola mestra do desenvolvimento, pois era capaz de achar os caminhos corretos para lá chegar e também se sanar os possíveis enganos cometidos (1992, p. 72).

Nas décadas de 80 e 90 já era perceptível a necessidade de melhoria no ensino de Ciências no Brasil em busca de aproximá-lo das necessidades da sociedade. No entanto, quase não houve mudança, o ensino de Ciências permaneceu preso aos modelos tradicionais e o Ensino de Física não consegue atingir os níveis desejados. Pois era voltado ao repasse de informação e era ignorada a sua real relação com a sociedade. (ROSA e ROSA, 2005).

Nas quatro últimas décadas surgiram diversos projetos e iniciativas com o intuito de mudar o quadro atual do ensino de física, como inclusão de atividades experimentais desenvolvidas pelo discente, visando despertar o interesse científico nos alunos. No entanto, problemas como a má formação dos professores, falta de laboratórios e de material de instrumentação e baixa carga horária da disciplina, dentre outros, ainda persistem. (SOUSA, 2010).

Atualmente, o Ensino de Física ainda está voltado à transferência de informação, através de metodologias que visam à resolução de exercícios matemáticos (com temas de Física) e onde somente o professor é possuidor do conhecimento. Ou seja, permanece, em

grande parte, na perspectiva de “Um ensino que apresenta a Física como ciência compartimentada, segmentada, pronta, acabada, imutável.” (NARDI, 2004 p. 17).

Desta forma, o Ensino de Física capaz de promover desenvolvimento que possibilite lidar com os fenômenos físicos, naturais, sociais e tecnológicos na perspectiva de visão de conhecimento ainda é aspiração de muitos, permanecendo mais no papel que na realidade.

2.2 Discussões atuais sobre o Ensino de Física

Nos últimos anos pesquisadores, professores e alunos têm debatido cada vez mais a necessidade de um Ensino de Física renovado e reformulado e, conseqüentemente mais efetivo. Conforme Lima (2010) o Ensino de Física está passando assim por um intenso processo de ressignificação de suas práticas, tanto no que diz respeito à práxis docente quanto na condição discente. Refletindo na relação dos alunos com os conteúdos da disciplina e sua relação possível com a realidade, marcada pela contextualização dos conhecimentos da Física, visando à formação do cidadão. Nesta perspectiva, o Ensino de Física tem se apresentado tendo como alicerce a discussão sobre os fatos do cotidiano pautado em demonstrações empíricas, consolidadas segundo os fenômenos mensuráveis do dia-a-dia do educando, transposto para o contexto da sala de aula.

Bezerra e colaboradores (2009) afirmam que há uma crescente evolução no ensino/aprendizagem de Física, buscando ficar mais próximo da realidade dos alunos e, portanto, mais compreensível. Em consequência desta preocupação, tem se observado uma reformulação dos livros didáticos que estão mais contextualizados e com uma linguagem mais clara e objetiva. (SOUSA, 2010). No entanto, mesmo tendo aspectos positivos essa mudança não é suficiente, visto que o ensino no Brasil ainda é predominantemente baseado no livro didático e em aulas expositivas com a utilização somente de quadro e pincel.

Em busca de um Ensino de Física brasileiro mais efetivo alguns passos importantes já foram dados. Resultando, por exemplo, no reconhecimento da real importância dos conhecimentos físicos no nosso desenvolvimento histórico, cultural, social, tecnológico e científico (mesmo que seja mais no papel que na prática). Conforme os Parâmetros Curriculares Nacionais, particularmente quanto aos “Conhecimentos de Física”, constatamos afirmações sobre alguns dos objetivos do ensino/aprendizagem desta disciplina:

Espera-se que o ensino de Física, na escola média, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos,

fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação. Para tanto, é essencial que o conhecimento físico seja explicitado como um processo histórico, objeto de contínua transformação e associado às outras formas de expressão e produção humanas. É necessário também que essa cultura em Física inclua a compreensão do conjunto de equipamentos e procedimentos, técnicos ou tecnológicos, do cotidiano doméstico, social e profissional. (2002, p. 229).

Outros fatores importantes são as recentes discussões e iniciativas a respeito de ensino, aprendizagem, novas práticas e metodologias pedagógicas diferenciadas e consequentemente novas perspectivas no contexto educacional de Física. Bem como a inserção de novos objetos de estudos que reforcem o aprendizado, mencionemos o uso tecnologias educacionais (computador, multimídias e objetos de aprendizagem – OA, dentre outros) e de práticas experimentais.

Vasconcelos (2010) afirma que a tecnologia tem avançado em todos os setores da sociedade de tal forma que não é mais possível a escola ignorá-la. Este autor ressalta que a inserção do computador nas atividades de ensino tem ocorrido por vários motivos, tais como exigências da sociedade, modismo ou reconhecimento de sua importância como recurso pedagógico. A multimídia pode ser entendida como uma modalidade de utilização do computador que inclui num só programa uma variedade de mídias tais como textos, vídeos, imagens, sons, simulações, representações interativas dentre outros recursos. (VASCONCELOS, 2010, p. 30). Quanto aos OA, este autor diz-nos que:

Restritamente, os objetos de aprendizagem são muitas vezes definidos como qualquer entidade, digital ou não digital, que pode ser utilizada, reutilizada ou referenciada durante o aprendizado apoiado sobre a tecnologia (WILEY, 2000) (IEEE, 2001). Entretanto, o que se percebe é que este recurso vai muito além de uma simples ferramenta de auxílio ao professor, pois se acredita que ele possa alterar a postura do aluno frente ao conteúdo curricular. (2010, p. 38).

O mesmo autor supracitado considera também que “o uso do computador deve acontecer com critério e compreensão de sua aplicabilidade.” (VASCONCELOS, 2010, p.3). Sendo que se pensamos mais adiante, não será difícil percebermos que esta afirmação abrange não só a inserção do computador, mas a diferentes tecnologias e recursos educacionais.

Para melhor concretizarmos o ensino de Física, devemos ter em mente não só os objetivos, mas alternativas para alcançar a aprendizagem, pois como afirma Moreira (2000), a aprendizagem não é uma consequência natural do ensino. É importante visarmos o desenvolvimento das potencialidades dos estudantes, buscando levá-los da dimensão de espectadores passivos e armazenadores de informações para a de construtor e reconstrutor do conhecimento, surgindo assim, um novo papel no contexto educacional. A este respeito Valadares e Moreira afirmam que é indispensável resgatar o interesse dos educandos pela

Física e que cada um de nós que estamos ligados de qualquer forma com o ensino de Física sabemos que seu estudo permite uma compreensão básica dos fenômenos naturais. “Além de desenvolver nos estudantes uma série de habilidades que podem dar vasão à sua criatividade, proporcionando prazer, alegria e desafios”. (1998, p.122).

Se tratando dos aspectos metodológicos do ensino, Silva (2004) realça que antes de ser uma disciplina do currículo escolar, a Física é uma ciência que estuda os fenômenos da natureza, buscando descobrir e discutir suas causas e efeitos. Desta forma, metodologias de ensino (formal ou não formal) que deem suporte às metodologias pedagógicas mais formais são sempre bem apreciadas. A respeito desta mesma temática Pereira e Sousa corroboram que enquanto educadores devemos:

Efetivar uma prática pedagógica diferenciada, promovendo o atendimento às diferentes necessidades dos alunos; utilizar técnicas e instrumentos de avaliação da aprendizagem que dêem mais liberdade aos alunos [...] estabelecer pequenas metas a serem alcançadas – que contemplem a formação da competência e habilidades essenciais aos novos tempos – que possam desencadear ações que tenham por perspectivas utopias fundamentadas na prática de uma escola pública verdadeiramente mais democrática. (2004, p. 204).

2.3 A Experimentação no Ensino de Física

A respeito da relevância da experimentação no ensino de Física, alguns autores desqualificam a eficácia do método de ensino tradicional e/ou defendem sua associação. Outros justificam seu uso como facilitador da construção científica baseado na relação experimentação/realidade, ou seja, na capacidade de reproduzir a realidade em certos experimentos. Há também quem critique a experimentação no ensino de Física, entendendo que a experimentação tem função de formar cientistas, e que por outro lado, poucos estudantes seguem carreira científica, não justificando sua inserção. (PINHEIRO, 2009).

Nas aulas tradicionais baseadas apenas em referências textuais e teóricas, os alunos se deparam com aulas puramente expositivas, o que os distanciam cada vez mais da realidade. E, além disso, “[...] buscamos a experimentação como uma das técnicas capazes de propiciar ao aluno eficiência na construção e aprendizagem de conceitos e de ‘modelos científicos’ e não simplesmente como um elemento de motivação para os alunos.” (BARBOSA; PAULO e RINALDI, 1999, *apud* PINHEIRO, 2009, p. 30).

Carvalho (2010) afirma que as atividades experimentais de Física estão presentes há quase dois séculos nos currículos escolares, no entanto, em grande maioria estas são extremamente estruturadas com guias do tipo “receita de cozinha”. Em aulas desta forma os

alunos seguem planos de trabalho antecipadamente elaborados, realizam somente os passos do guia e geralmente apenas dividem as tarefas em vez de trocar ideias significativas sobre o fenômeno estudado. Evidenciando que o importante não é experimentar por experimentar, é fazer com que isto reflita no processo de ensino/aprendizagem.

Existem vários tipos de atividades experimentais de Física, no entanto, não achamos necessário discutir todas neste contexto, descreveremos a seguir as atividades de verificação (ou de comprovação) e de simulação. Bem como discutiremos mais especificamente as atividades manipulativas e demonstrativas, pois estas últimas se fazem presentes neste trabalho.

As atividades de verificação ou de comprovação objetivam comprovar leis físicas através da verificação de previsões teóricas. Nestas os estudantes se comportam como se fossem cientistas com habilidades e técnicas relacionadas ao método experimental, como em um exercício tradicional mais enriquecido, pois adiciona a manipulação e os procedimentos metodológicos. Já as atividades de simulação são baseadas no uso de equipamentos tecnológicos (computador, vídeo, simulações e jogos interativos e etc.) e de seus *softwares*, sendo na verdade experimentações virtuais, não existindo montagem instrumental ou outros objetos concretos. (ALVES, 2002).

Descrevemos as atividades de verificação, por que quando se trata em experimentação em Física, logo se pensa em ambiente equipado (SOUSA, 2010) e que visam à formação de cientistas, o que influencia negativamente a inserção destas atividades no ensino de Física (PINHEIRO, 2009). Abordamos atividades de simulação por que ultimamente muito se tem discutido sobre a inserção de atividades experimentais com o uso de tecnologias como uma forma de reproduzir a realidade substituindo os equipamentos que seriam necessários. Como considera Coelho (2002), afirmando que este é o uso mais comum do computador no Ensino da Física. O qual se justifica pela vantagem que tem como ligação entre o estudo do fenômeno de forma tradicional (quadro e giz) e os experimentos laboratoriais, pois permitem que os resultados sejam vistos com clareza, várias vezes e com numerosas variáveis envolvidas.

De acordo com Carvalho (2010) a atividade demonstrativa é feita pelo professor com experimentações que demonstram e exemplificam situações reais. Esta evidencia ao aluno um fenômeno natural, e os professores muitas vezes se conformam com isso por que provaram aos alunos que estavam certos - observe que esta é a função da atividade de verificação-, situação na qual geralmente surgem dificuldades no aprendizado. Tal fato sugere que para uma aula prática ser proveitosa, uma simples demonstração precisa de

contextualização e explicação do feito e seus conceitos, uma vez que por mais que tenha sido demonstrado o fenômeno falta a construção científica do mesmo. (CARVALHO, 2010).

Conforme Carvalho (2010) em experimentos manipulativos os próprios alunos buscam desvendar um determinado fenômeno e este tipo de atividade é muito instigante quando o aluno tem liberdade para planejar seu trabalho e buscar os resultados. Isto por que, quando o experimento ou atividade é realizado pelo próprio discente, ocorre uma atitude indagadora por parte do mesmo, que participando ativamente de todo o processo consegue melhor visualizar os conceitos científicos abrangidos. Favorecendo ainda uma maior interação entre os estudantes, os quais discutem as considerações e as descobertas entre si aprofundando e revisando o conhecimento adquirido. (SOUSA, 2010). Tornando consistente a transformação da linguagem oral em científica e também da concepção das linguagens simbólica e matemática, mesmo que tenha necessariamente que contar com a ajuda de um docente. (CARVALHO, 2010). Em uma situação que proporciona um relacionamento de via dupla com este docente que se torna um orientador/facilitador, deixando de ser o único com o saber absoluto e passando a ser um descobridor junto ao educando. (SOUSA, 2010). Entretanto, segundo Carvalho (2010) a divagação dessa prática de ensino surge quando em vez dos alunos buscarem a construção científica e comprovação conceitual de um fenômeno, seguem as “receitas de bolo” que são os guias da prática e comprovam o que estes versam.

Para melhor compreensão a respeito das diferentes possibilidades de se realizar atividades experimentais e verificar as tendências destas, Araújo e Abib (2003) fizeram um importante levantamento sobre o uso da experimentação como estratégia para o Ensino de Física. Os quais utilizaram como referência os artigos publicados na Revista Brasileira de Ensino de Física e no Caderno Brasileiro de Ensino de Física (antigo Caderno Catarinense de Ensino de Física) do período de 1992 a 2001. (ERROBIDART, 2010).

A análise dos artigos revelou que o número de publicações que abordam a experimentação é bastante significativo assim como a diversidade das temáticas abordadas. E estes autores

Consideram que a “[...] utilização adequada de diferentes metodologias experimentais”, sejam as atividades de caráter demonstrativo, investigativo ou de simples verificação, podem contribuir “[...] para o aprendizado de conceitos físicos”; e que essas atividades estimulam a participação e o envolvimento dos alunos além de propiciar um ambiente motivador e estimulante para a aprendizagem de Física (ARAÚJO e ABIB, 2003, p. 190, *apud* ERROBIDART, 2010, p. 22).

Neste levantamento constatou-se também que são poucos os trabalhos que dão ênfase à construção de equipamentos com sugestões de suas aplicações em aulas práticas e

foram predominantes trabalhos que propõem atividades experimentais demonstrativas. Os autores consideraram que a predominância desta metodologia está relacionada à facilidade de sua utilização em sala de aula, uma vez que se utiliza menor tempo de preparo e de execução. “Também constataram certa predominância na utilização de equipamentos e materiais de baixo custo e fácil aquisição.” (ERROBIDART, 2010, p. 23).

Assim, podemos considerar que, em busca de progressos no ensino/aprendizado em Física, devemos utilizar diferentes meios, sendo necessário que estes meios sejam acessíveis. Materiais alternativos, de baixo custo ou fácil aquisição são sempre bem acessíveis e não precisamos de laboratório para executar um experimento, pode ser na sala, no pátio, no jardim e etc. Além disso, observar que, aulas desta forma podem trazer resultados favoráveis ou não, pois seus efeitos não se justificam apenas nos experimentos, mas também na metodologia de ensino associada.

2.4 O ensino das “Três Leis de Newton” e as dificuldades que o permeiam

A Mecânica, especificamente a Dinâmica é um ramo da Física que estuda o movimento dos corpos e suas causas, fundamentada nas três leis do movimento de Newton.

A primeira lei do movimento conhecida como Princípio da Inércia afirma que, qualquer corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento em linha reta com velocidade escalar constante desde que não seja obrigado a alterar esse estado pela ação de uma força aplicada sobre ele. A segunda, conhecida como Princípio Fundamental da Dinâmica diz que, a força resultante “F” que age num corpo de massa “m” produz uma aceleração “a” tal que, $a = \frac{F}{m}$ (isto é, a aceleração é igual a resultante das forças aplicadas num corpo dividido por sua massa), onde “F” e “a” são grandezas vetoriais. A terceira, conhecida como Princípio da Ação e Reação enuncia que quando um corpo exerce uma força em outro, este exerce outra força recíproca com mesma intensidade e direção, mas com sentidos opostos (TORRES; FERRARO; SOARES, 2010).

Estas leis estão presentes em diversas situações do dia-a-dia dos alunos, desde uma simples ação de ficar em pé ou andar a uma mais complexa como a montagem industrial de automóveis. O ensino dessas leis na escola média e até no ensino superior, é muitas vezes de maneira analítica, dificultando a compreensão dos verdadeiros significados delas por parte dos alunos. (PASCOALOTO; BRUNO JUNIOR; LONDERO, 2012).

O ensino destas leis normalmente é limitado apenas a aulas tradicionais, teóricas e enciclopédicas, tendo como recurso apenas quadro e pincel e livros direcionando os alunos a formulações matemáticas. Segundo Andrade (2012, p. 10), desta maneira, “o ensino se torna para o aluno algo abstrato, com fórmulas que devem ser memorizadas sem nenhuma relação com o mundo a sua volta e nada acrescenta ao seu conhecimento.” Infelizmente esta não é uma discussão recente, pois autores como Peduzzi e Peduzzi (1988) já apontavam que o fracasso do enfoque usual dado às Leis de Newton justificava a necessidade de utilização de estratégias diferenciadas para o ensino deste assunto.

Sobre os conteúdos das Leis do Movimento de Newton, de acordo com Peduzzi e Peduzzi (1988) uma das dificuldades especiais dos alunos sobre a questão de forças é a desprezo do atrito. O tema se torna muito abstrato, pois no cotidiano o aluno se depara somente com situações onde existe atrito, o que dificulta a compreensão da Primeira Lei de Newton (ou Princípio da Inércia). E esta lei afirma que “na ausência de forças, um corpo permanece em repouso ou em movimento uniforme ao longo de uma linha reta.” (RODRIGUES e CASTILHO, 2012, p. 3).

É possível uma melhor visualização desta lei em um ambiente sem atrito, uma vez que facilmente verificamos que um objeto em repouso continua em repouso desde que não seja aplicada a ele uma força que altere este estado. Mas, por outro lado, normalmente quando vemos um objeto em movimento e é cessada a força que causou este movimento o objeto para posteriormente, como se houvesse um “parar naturalmente”. Ou seja, é comum pensarmos que o repouso é o estado natural de um corpo e o “parar naturalmente” levará posteriormente qualquer objeto a este estado. No entanto, muitas vezes desconsideramos que vivemos em um ambiente “cheio de forças”, como atrito, resistência do ar, gravidade, e estas além doutras contribuem para que um corpo inicie, aumente, diminua ou pare o seu movimento.

Outra dificuldade comum entre os alunos está na compreensão da Segunda Lei de Newton (Princípio Fundamental da Dinâmica) quando se descreve que a velocidade de um objeto pode ser ao mesmo tempo, nula com aceleração diferente de zero. (PEDUZZI e PEDUZZI, 1998). Este fenômeno ocorre, por exemplo, quando um objeto é lançado para cima, no ponto mais alto de sua trajetória, sua velocidade escalar instantânea é nula, mas sua aceleração é diferente de zero.

Na Terceira Lei (Princípio da Ação e Reação), os alunos normalmente têm dúvidas quando a situação apresentada descreve a atuação de uma determinada força em dois corpos e apenas um deles constitui movimento. (PEDUZZI e PEDUZZI, 1988).

Peduzzi e Peduzzi (1988) acreditam que os conceitos intuitivos criados nas vivências dos alunos é um fator que pode dificultar na atuação dos professores em fazer com que os mesmos compreendam os conceitos aplicados nas leis do movimento de Newton. Talim (1999) afirma que os conceitos prévios são muito resistentes a mudanças. No entanto, Gomes e Belline (2009) afirmam que o conflito entre os conceitos prévios e as novas descobertas é indispensável para o ensino/aprendizagem de Física.

Neste enfoque Mortimer (1996), bem como, Peduzzi e Peduzzi (1988), defendem que o envolvimento do aluno na construção do conhecimento contribui para a aprendizagem. Mesmo assim, para o aluno, a importância das ideias prévias vai além da função de promover o conflito entre conceitos prévios e novos e sim servem como apoio para construção e aprimoramento do conhecimento. O que nos faz considerar que o professor deve favorecer a construção científica, visando o aprimoramento conceitual, através de estratégias que superem as dificuldades encontradas e alcance frutos produtivos dos questionamentos decorrentes destes conflitos.

No próximo capítulo, abordaremos os principais conceitos sobre as teorias de sustentação dessa pesquisa, a Epistemologia Genética de Piaget, o Sócio-interacionismo de Vygotsky, o construtivismo de Bruner a Aprendizagem Significativa de Ausubel, bem como discutiremos sinteticamente sobre as concepções espontâneas e construção científica no aprendizado de Física.

3 O ENSINO DE FÍSICA CONFORME A PERSPECTIVA COGNITIVO-CONSTRUTIVISTA

3.1 Teorias da aprendizagem e o Construtivismo no Ensino de Física

O Construtivismo estabelece-se na concepção do conhecimento construído pelo próprio indivíduo em suas interações com mundo, seja ele físico, social ou tecnológico, não sendo, portanto, o conhecimento inato ou “dado” ao indivíduo.

Jean Piaget, filósofo suíço, um dos maiores defensores desta perspectiva, mesmo reconhecendo pontos positivos e negativos nas teorias empiristas e racionalistas aponta que por mais que tenhamos uma enorme bagagem hereditária, uma pessoa, ao nascer, não consegue elaborar sequer uma simples operação de pensamento. Nesta mesma perspectiva, um indivíduo, ao nascer, não aprende do meio social o mais básico dos conhecimentos, ou seja, os alunos/sujeitos têm papel interativo no processo de aprendizagem (BALIEIRO, 2003).

Nos fundamentos construtivismo, surge a Epistemologia Genética de Piaget, a qual defende que a construção do conhecimento pelas crianças é um processo relacionado às suas experiências reais no cotidiano. De acordo com Guimarães (2010, p. 33) para Piaget,

[...] a capacidade de aprender estaria associada a fatores internos (estruturas mentais herdadas) e fatores externos (ambiente de socialização, condições familiares, culturais) onde a interação entre ambos favorece a dinâmica da formação da inteligência.

Numa perspectiva semelhante à teoria epistemológica, a teoria construtivista de Bruner defende que o aluno constrói ativamente seu aprendizado reestruturando seu conhecimento anterior. (GUIMARÃES, 2010). De acordo este ponto de vista, os conhecimentos prévios, anteriores ou espontâneos e as experiências pessoais são peças fundamentais na obtenção de novos conhecimentos, uma vez que para o alcance deste há uma reformulação daqueles.

Outra teoria com enfoque construtivista muito difundida é o Interacionismo Social ou teoria Sociocultural de Vygotsky. Esta é semelhante a Epistemologia Genética de Piaget em partes, pois enquanto Piaget defende que a aprendizagem depende das estruturas mentais e do ambiente social, a teoria vygostkiana defende que o aluno “aprende na sua interação com o meio e dele depende para construir sua inteligência e suas estruturas cognitivas” (GUIMARÃES, 2010, p. 34). Para este teórico o desenvolvimento cognitivo é limitado a um determinado potencial para cada intervalo de idade, o indivíduo deve estar inserido em um

grupo social e aprende o que seu grupo produz, visto que o conhecimento surge inicialmente no grupo e depois é partilhado. Ainda no que diz respeito ao aprendizado, Vygotsky (1989) diz que, diante de condições em que precisa manipular conceitos já conhecidos para alcançar novos conhecimentos, o aluno sugere respostas que permitem o alcance de novos níveis de conhecimentos, informações e raciocínios.

Em conformidade com as teorias da aprendizagem cognitivistas e/ou construtivistas acima discutidas, é bem perceptível que o construtivismo não é uma teoria unificada e que há vários teóricos cada um com embasamentos e postulações com semelhanças e diferenças em relação aos demais.

No ensino/aprendizagem, segundo as perspectivas construtivistas o domínio do conhecimento científico por parte do professor e habilidade didática são duas ferramentas importantes em contínua interação com resultados variáveis. Isto, por que, propiciar orientação a cada aluno e oportunizar a participação direta nas atividades propostas é essencial para o seu processo de aprendizagem. Sendo, portanto, muito importante que o aluno se perceba como integrante do grupo, interagindo em todas as experiências de aprendizagem.

Para a visão construtivista, a mente do aluno está em constante aprendizagem e é sensível às interações ambientais e sociais, em que os conhecimentos adquiridos previamente têm reflexos no processo de ensino-aprendizagem. Deste modo, uma das principais obrigações do docente é orientar e guiar as atividades dos discentes, fazendo com que aprendam, continuamente, os significados e representações dos conteúdos escolares. Compete-lhes, pois, identificar e articular os conhecimentos pré-existentes ou espontâneos dos alunos com o conhecimento culturalmente organizado. De forma que estes construam novos saberes e compreendam que o aprender deixou de ser um ato mecânico e repetitivo, devendo ser entendido como um processo ativo, que requer a construção e reconstrução de novos conhecimentos, formas de pensar e tomar decisões.

3.2 Aprendizagem Significativa

Conforme o enfoque cognitivista a capacidade de aprender é direcionada para o uso exclusivo do cognitivo. Isto é, para que ocorra aprendizagem são necessários observação, integração e processamento de informações. Existe uma importância fundamental para o desenvolvimento das formas de análise, investigação, emprego simbólico e uso de processo central da mente.

O cognitivismo busca apresentar, o que ocorre quando o ser humano se coloca, organizando o seu meio, de forma a distinguir metodicamente o semelhante do diverso. (MOREIRA, 1982, *apud* BALIEIRO, 2003).

Um dos principais representantes do cognitivismo é David Paul Ausubel, o qual se preocupou com as teorias de aprendizagem, e propôs o conceito de Aprendizagem Significativa. Para o mesmo, “o conjunto das experiências de aprendizagem de uma pessoa está organizado em conglomerados hierarquizados de conhecimentos, estes formam sua estrutura cognitiva.” (ARTUSO, 2006, p. 58). E quando o aluno recebe uma informação nova, tenta incluir

[...] essa informação em um dos conglomerados de conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva. Isso pode ocorrer ou não, dependendo dos conhecimentos prévios existentes. Se o aprendiz consegue relacionar o conhecimento novo com os conceitos que já conhece ocorrerá uma aprendizagem significativa. (ARTUSO, 2006, p. 58).

A teoria de Ausubel envolve a aquisição de novos significados e para que ela ocorra em relação a um determinado assunto são necessárias três condições. Em primeiro lugar, o material de instrução com conteúdo de maneira lógica. Em segundo, a existência na estrutura cognitiva do aprendiz de conhecimento organizado e relacionável com o novo conteúdo. E em terceiro, a vontade e disposição do aprendiz em relacionar o novo conhecimento com aquele já existente. (AUSUBEL, 2003, *apud* TAVARES, 2006).

A Aprendizagem Significativa apresenta três vantagens em relação à aprendizagem mecânica. O conhecimento que se adquire de maneira significativa é retido e lembrado por mais tempo, aumenta a capacidade de aprender outros conteúdos de uma maneira mais fácil mesmo se a informação original for esquecida e uma vez esquecida, facilita a aprendizagem seguinte ou reaprendizagem. Estas vantagens são justificadas pelas particularidades que a proporcionam, como o fato de ser um processo central e a interação entre a estrutura cognitiva prévia do aluno e o conteúdo de aprendizagem. Esta interação proporciona um processo de modificação mútua da estrutura cognitiva inicial e do conteúdo que é preciso aprender, constituindo o núcleo da aprendizagem, o que é decisivo para entender as propriedades e a potencialidade. (PELIZZARI *et al.*, 2002).

3.3 Concepções Espontâneas e Construção Científica na aprendizagem de Física

Levando em consideração que ao longo de do desenvolvimento do ensino de Física no Brasil muitos problemas foram surgindo e que a maioria deles permanece até hoje, o

papel dos professores no ensino/aprendizagem de Física é crucial para que este processo possa ser considerado significativo. Seguindo esta linha de pensamento, os professores precisam ser conscientes da necessidade de levar para o âmbito escolar atividades baseadas em novas estratégias para facilitar a compreensão de conceitos estudados. Os educadores devem estimular os estudantes a entender e aplicar, em seu dia-a-dia, o que estudam na escola e como uma via de mão dupla buscar relacionar o que aprendem espontaneamente com os fenômenos em estudo.

A valorização das concepções espontâneas como ferramenta para construção científica vem sendo muito discutida nos últimos anos. Para que estas sejam realmente consideradas como ponto inicial para o aprendizado, elas precisam ser entendidas em sua profundidade e consistência, até nas suas justificações empíricas, e dispostas nas atividades didáticas a serem planejadas. Onde devemos considerar que há modelos prévios de conhecimento e valores no cognitivo dos alunos e que enquanto uns poderão ser facilmente trabalhadas outros podem ser menos passíveis a intervenção do professor.

Villani e Pacca (1996), ao discutirem as competências disciplinares que denota domínio científico por parte dos professores, destacam tarefas que são indispensáveis quando se trabalha com as concepções científicas, que são:

[...] Identificar as relações incompatíveis com o conhecimento disciplinar, implícitas nas questões formuladas pelos estudantes ou nas suas expressões de modo geral, e caracterizar as situações e os contextos nos quais mais facilmente estas concepções são utilizadas; produzir e/ou selecionar um conjunto de problemas, experimentos, textos e material pedagógico, adequado à promoção de conflitos cognitivos entre o conhecimento científico e o alternativo manifestado pelos estudantes; elaborar analogias, exemplos e imagens que facilitem a apropriação do conhecimento científico por parte dos estudantes, e simultaneamente estabeleçam uma ponte entre esse conhecimento e suas ideias espontâneas. (1996, s. p.).

Diversas pesquisas têm demonstrado que as concepções espontâneas dos alunos, expressas como perspectivas e/ou princípios intuitivos constituem inúmeros conceitos pertencentes aos currículos científicos. Recentemente pesquisadores em Ensino de Ciências estão compreendendo e discutindo o fato de que os alunos constroem concepções a respeito da realidade que os cercam. Concepções estas que influenciam na maneira em que os alunos aprendem os conceitos ensinados na escola, ou até mesmo no não aprendizado destes conceitos. (FORGIARINI, 2010).

As investigações em Ensino de Ciências têm revelado a importância das concepções dos alunos no processo de ensino/aprendizagem. E evidenciam que durante esse processo, os conceitos existentes, mesmo que empíricos e divergentes dos conceitos

científicos, servem de sistema explicativo eficaz e funcional para o estudante (ASTOLFI e DEVELAY, 1990). Uma vez que “o diálogo estabelecido entre as ideias prévias dos alunos e a visão científica, com a mediação do professor, propicia que o aluno reelabore suas novas concepções ao entrar em contato com a visão do conhecimento científico.” (BASTO, 1991, *apud* FORGIARINI, 2010). Assim sendo, podemos considerar que um Ensino de Física que estimule a criatividade e valorize os conhecimentos pré-existentes e as proposições dos alunos a respeito dos fenômenos presentes torna mais consistentes os resultados.

No capítulo seguinte deixaremos claro quais métodos e técnicas foram usados no decorrer da pesquisa. Faremos o delineamento metodológico, a caracterização dos sujeitos e do contexto da pesquisa, a descrição geral das etapas da pesquisa e por último descreveremos os experimentos e os conceitos presentes.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1 Delineamentos da Pesquisa

A abordagem metodológica desta pesquisa é predominantemente qualitativa, com objetivos exploratórios e seus procedimentos técnicos caracterizam um estudo de caso. Este tipo de abordagem enfatiza valores, crenças, representações, opiniões e atitudes, sendo normalmente usada para que o pesquisador compreenda os fenômenos caracterizados por sua complexidade interna do fenômeno estudado. (VESCE NETO, 2007).

Segundo Leopardi (2001) para a realização de pesquisa qualitativa, o pesquisador envolve-se muito com os sujeitos da pesquisa, compreendendo um problema através de perspectivas, vivências, aflições, desejos, anseios e sentimentos destes. Esta autora afirma também que os métodos desta pesquisa requerem interação entre pesquisador e sujeitos da pesquisa, sendo por vezes necessário que o pesquisador conquiste a aceitação e a confiança dos participantes.

Lüdke e André (1986) conceituam pesquisa qualitativa como o que pode ser desenvolvido em situação natural, é composta por dados descritivos, tem um plano aberto e maleável e focaliza a realidade de forma complexa e contextualizada. Minayo (1996) complementa afirmando que esta responde a questões muito específicas, preocupando-se com o nível de realidade que não pode ser quantificado. Isto é, ela trabalha com os significados, motivos, aspirações e valores, que correspondem a um espaço mais profundo das relações, dos fatores e dos fenômenos que não se reduzem à operacionalização de variáveis.

Conforme Silva e Menezes (2001), as pesquisas exploratórias buscam maior familiaridade com o problema visando torná-lo explícito ou construir hipóteses.

Envolve levantamento bibliográfico; entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; análise de exemplos que estimulem a compreensão. Assume, em geral, as formas de Pesquisas Bibliográficas e Estudos de caso (SILVA e MENEZES, 2001, p. 211).

O estudo de caso consiste em uma investigação detalhada de uma ou mais organizações, ou grupos dentro de uma organização, visando prover uma análise do contexto e dos processos envolvidos no fenômeno em estudo. O fenômeno não está isolado de seu contexto, já que o interesse do pesquisador é justamente a relação entre o fenômeno e seu contexto. O estudo de caso não é um método propriamente dito, mas uma estratégia de pesquisa. (HARTLEY, 1994).

Hamel (1993), citado por Dias (2000) afirma que a sociologia francesa descreve o estudo de caso como uma abordagem monográfica com o objetivo de reconstruir e analisar um caso segundo perspectiva sociológica. Por utilizar vários métodos de coleta de dados, parece ser mais apropriado defini-lo como uma abordagem, mesmo que termo método de caso sugira que seja um método.

Nesta perspectiva, o ponto inicial da pesquisa levará em consideração a coleta e a análise de dados como recursos importantíssimos para o estudo do caso. Os quais dependem de muitos fatores, tais como, a natureza dos dados coletados, a extensão da amostra, os instrumentos de pesquisa e os pressupostos teóricos que norteiam a investigação.

4.2 Caracterização dos sujeitos e do contexto da pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida numa escola pública de Ensino Médio, na turma do 1º ano A, turno manhã, com 25(vinte e cinco) alunos, com faixa etária entre 13 e 16 anos, sendo 20 (vinte) de sexo feminino e 5 (cinco) de sexo masculino. Os fenômenos físicos discutidos foram as leis do movimento estabelecidas por Newton, que são Princípio Fundamental da Inércia, Princípio Fundamental da Dinâmica e Princípio da Ação e Reação. Com ênfase nas concepções prévias dos sujeitos envolvidos a respeito do conteúdo estudado, em busca da construção científica a partir de experimentos com material alternativo, os quais demonstrem, investiguem ou verifiquem os fenômenos em discussão.

A Escola de Ensino Médio Jaime Laurindo da Silva, com sede situada à Travessa do Campo, S/N – Bairro Centro, em Barroquinha, Ceará, CEP 62410-000 é um estabelecimento público de ensino, com dependência administrativa estadual. Criada pela Lei Municipal nº163/00 de 18 de Outubro de 2000, atende atualmente a uma clientela de 889 alunos do Ensino Médio, 1º, 2º e 3º ano, distribuídos em vinte e cinco turmas, nos três turnos, na sede e em duas extensões (Araras e Bitupitá).

As turmas são distribuídas nos turnos manhã, tarde e noite, sendo 12 turmas no período matutino com 409 alunos, 6 turmas no vespertino com 203 alunos e 7 turmas à noite com 277 alunos, divididos conforme a tabela seguinte.

Tabela 4.2.1– Número de alunos por turma, turno, série e local de ensino

	Manhã		Tarde		Noite		
	Turmas	Alunos	Turmas	Alunos	Turmas	Alunos	
Sede	1º Ano	02	54	01	34	01	42
	2º Ano	01	41	02	63	01	41
	3º Ano	01	32	01	37	02	65
Anexo Araras	1º Ano	01	39	01	40	-	-
	2º Ano	01	27	01	33	-	-
	3º Ano	-	-	-	-	02	64
Anexo Bitupitá	1º Ano	01	36	01	31	01	39
	2º Ano	-	-	01	49	01	54
	3º Ano	02	68	-	-	-	-

Fonte: Dados fornecidos pela escola e organizado pelos autores, 2013.

A escola possui um total de 48 professores, sendo 22 para a unidade sede, 13 para a extensão Araras e 11 para a extensão Bitupitá e 4 que lecionam em mais de uma localidade. Os educadores são graduados, pós-graduados ou ainda estão terminando sua graduação na disciplina que lecionam, contratados em conformidade com a legislação vigente. Destes professores **nenhum** é graduado em Física, sendo que a carência de professores nesta disciplina é suprida por 05 professores Licenciados em Matemática.

Tabela 4.2.2 – Número de professores por nível e área de formação

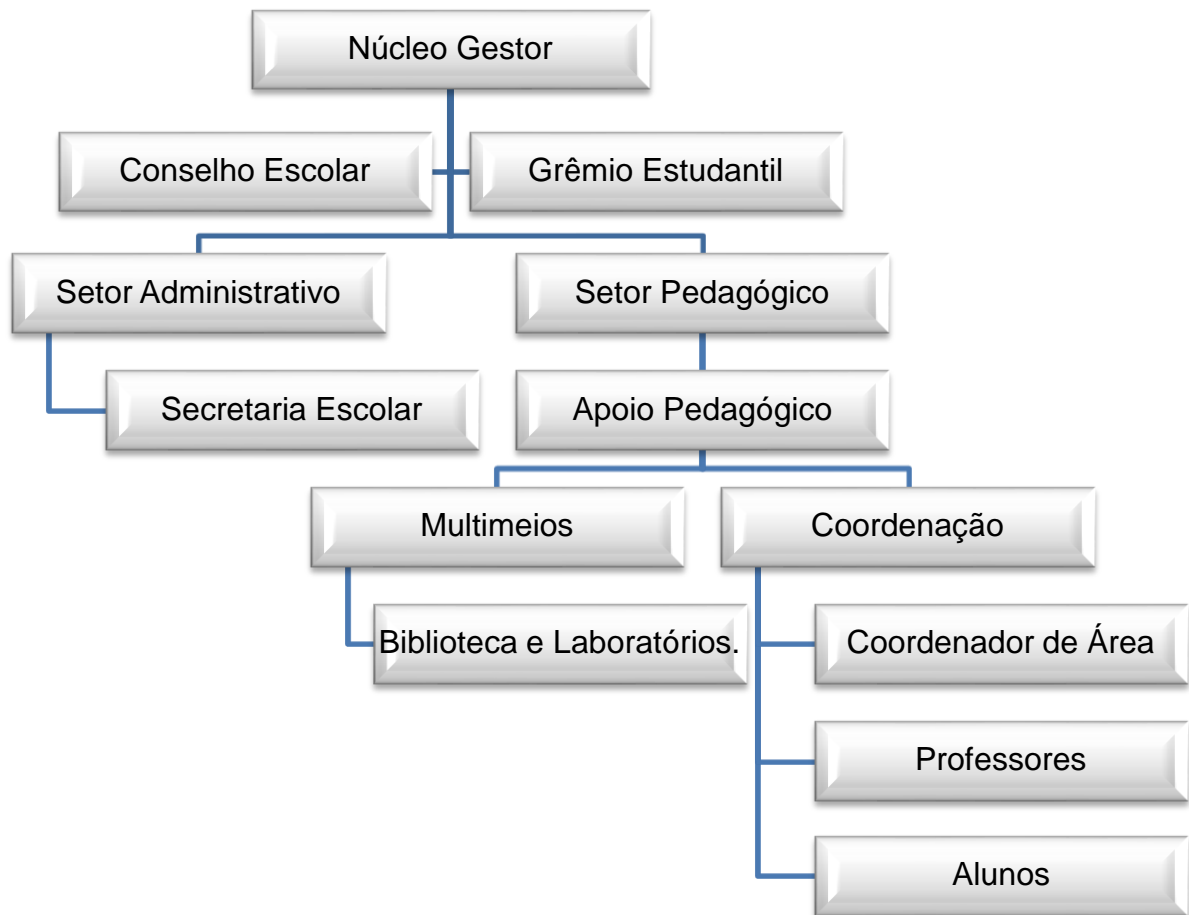
Professores	Linguagens, Códigos e suas tecnologias	Matemática, Ciências da Natureza e suas tecnologias	Ciências Humanas e suas tecnologias
Graduandos	-	02	-
Graduados	15	13	09
Pós-graduados	04	03	02

Fonte: Dados fornecidos pela escola e organizado pelos autores, 2013.

O núcleo gestor é composto pelo diretor Carlos Vinícius Rocha Veras, licenciado em Pedagogia e especialista em Gestão Escolar e três coordenadores escolares. Aurilene Carvalho Fontenele, licenciada em Língua Portuguesa, pós-graduada em Língua Portuguesa e suas Literaturas e especialista em Gestão Escolar. Fabiana Brito da Silva, licenciada em Pedagogia, especialista em Gestão Escolar e cursando Habilitação em Letras e Mônica Mendes de Oliveira, licenciada em História e Geografia e especialista em Educação de Jovens e Adultos – EJA com ênfase na diversidade.

De acordo com Chiavenato (2001, p. 51), o “organograma é o gráfico que representa a estrutura formal da empresa”. A escola participante possui o seu organograma como representado abaixo.

Figura 4.2.1 –Organograma da Escola



Fonte: Dados fornecidos pela escola e organizado pelos autores, 2013.

No que diz respeito à estrutura, segundo informações colhidas na própria escola, esta “dispõe de salas de aula amplas e ventiladas, biblioteca, laboratórios de ciências e informática, com acesso à internet, quadra poliesportiva, além de outros espaços que contribuem para o desenvolvimento de um trabalho pedagógico significativo. Nas extensões, no entanto, nos deparamos com uma realidade bem diferente, visto que os espaços cedidos pelo município, em regime de parceria, são precários e não dispõem de outros ambientes de aprendizagem, em alguns casos, as aulas acontecem em salas isoladas, o que acarreta uma série de desvantagens em relação às turmas da sede”.

A estrutura física da escola para maior entendimento é composta de 15 espaços em seu prédio como dispostos abaixo.

Tabela 4.2.3 –Estrutura física da escola, unidade sede

Ambientes	Quantidade
Salas de aula	04
Centro de multimeios	01
Laboratório de Ciências	01
Laboratório de informática	01
Sala de direção	01
Sala de coordenação	01
Sala de secretaria	01
Cantina	01
Depósitos de materiais (de escritório, merenda, esportivos, etc.)	01
Banheiros	02
Quadra de esportes	01

Fonte: Dados fornecidos pela escola e organizado pelos autores, 2013.

4.3 Descrição geral das etapas da pesquisa

As atividades com os alunos foram realizadas em quatro etapas. Na primeira etapa, foi apresentado brevemente o projeto da pesquisa ao público participante, bem como realizado um questionário com 10 questões, sendo 09 fechadas e 01 aberta com o objetivo de conhecer o atual processo educacional de Física dos alunos, em relação ao contexto sociocultural dos mesmos.

Este questionário buscou verificar especificamente a partir do ponto de vista dos alunos. A importância da Física para a vida pessoal e social, a associação da Física estudada com situações reais, a exemplificação de situações do cotidiano feita pelo professor em relação aos fenômenos estudado, se a escola tem laboratório de Física e se os alunos usam. Se os alunos têm aula prática de Física, o nível de dificuldade na disciplina em questão, se os discentes consideram possível estudar física através de experimentos com material alternativo, se julgam importante a realização de atividades experimentais e se gostam ou não de Física com as devidas justificativas.

Em uma segunda etapa, foi explicado aos alunos as etapas da pesquisa, o tema da Física em questão e os objetivos específicos, buscando melhor aceitação e compreensão dos mesmos a respeito da realização da pesquisa. E juntamente, foi realizado um “pré-teste”, questionário misto com 10 questões, sendo 07 fechadas e 03 abertas. Com este objetivou-se analisar inicialmente o nível de conhecimento (empírico ou científico) ou as concepções prévias dos educandos a respeito das leis do movimento de Newton.

Na terceira etapa, foram desenvolvidas atividades experimentais com materiais alternativos a respeito da Primeira Lei de Newton ou Princípio Fundamental da Inércia, da

Segunda Lei de Newton ou Princípio Fundamental da Dinâmica e da Terceira Lei de Newton ou Princípio da Ação e Reação. Esta etapa da pesquisa não tinha como finalidade verificar se o aluno erra ou acerta os conceitos científicos envolvidos nos fenômenos em questão a partir do passo a passo do experimento.

No momento da intervenção prática, discutiu-se com os alunos os conceitos científicos envolvidos em cada um dos experimentos, no entanto não foi dada conclusões e sim feito questionamentos para que os mesmos chegassem às suas considerações. Este procedimento visou a construção de conceitos científicos no cognitivo dos alunos sob suas concepções prévias, espontâneas ou alternativas a partir dos experimentos com materiais alternativos.

Na última etapa foi aplicado um “pós-teste” com 09 questões fechadas, as quais tratam dos conceitos científicos envolvidos e estão relacionadas com os experimentos (ou com situações semelhantes) com a finalidade de verificar se a etapa anterior alcançou seus objetivos. Dentre estas questões, algumas são constituintes do “pré-teste”, nas quais os alunos apresentaram maior distanciamento entre suas concepções prévias e os conceitos científicos envolvidos.

4.4 A descrição dos experimentos e dos conceitos envolvidos

4.4.1 Experimento I – Princípio da Inércia

O primeiro experimento (ANEXO I) é chamado de “rolamento”, faz parte do Projeto Experimentos de Física com Materiais do Dia-a-Dia - UNESP/Bauru.

Empiricamente observa-se que os pontos de contato entre dois objetos são semelhantes a pequenas soldas e que estas fazem surgir uma pequena força opositora ao movimento do objeto quando ele tenta sair do repouso. Estas forças microscópicas somadas são relevantes e são denominadas forças de atrito, pois sempre fazem com que um objeto tenda a parar. Partindo dessa ideia, este experimento tem como objetivo mostrar que a força de atrito que aparece em uma situação de rolamento é menor que no caso de deslizamento.

Com este experimento podemos demonstrar por que é comum se achar que a tendência natural dos objetos é o repouso, por que é necessária a ação de uma força para tirar um objeto do repouso e por que não percebemos facilmente que um objeto em movimento tende a ficar em movimento.

O material necessário é um punhado de lápis, duas borrachas escolares (opcional), uma caixa de colocar giz ou um objeto semelhante, algumas borrachinhas de dinheiro, um elástico fino e uma tachinha, sendo opcional uma régua ou fita métrica.

Inicialmente os lápis deverão ser presos com as borrachinhas de dinheiro formando uma espécie de tapete, e o elástico preso à caixa de giz, colocado a caixa de giz sobre o “tapete” puxa-se o elástico até a eminência do movimento, opcionalmente mede-se o quanto o elástico esticou. E depois, com os lápis soltos e uma borracha antes e outra depois, coloca-se a caixa de giz sobre o “tapete” puxa-se o elástico até a eminência do movimento, opcionalmente mede-se o quanto o elástico esticou, isso poderá ser feito sem usar as borrachas escolares.

Este experimento está melhor detalhado no ANEXO I e a discussão será feita a partir da dilatação do elástico nas duas situações, onde se verifica a atuação das forças de atrito e o Princípio da Inércia ou Primeira Lei de Newton.

4.4.2 Experimento II – Princípio Fundamental da Dinâmica

O segundo experimento (ANEXO II), sem denominação está contido num vídeo disponível em <http://www.youtube.com/watch?v=KdOoX9Gq3ns> e foi acessado no dia 1º maio de 2013.

A segunda Lei de Newton ou Princípio Fundamental da Dinâmica é normalmente ensinado teoricamente, onde se usa a seguinte fórmula $F = m \cdot a$. Nas questões a resolver são dadas duas variáveis e solicita-se que o aluno encontre a terceira, dado a fórmula facilmente o aluno consegue, no entanto dificilmente compreende o fenômeno em questão. Esta formulação acarreta também no entendimento incompleto do fenômeno em questão, pois a força “F” não é dependente da massa “m” e da aceleração “a”. Este Princípio é enunciado completamente quando se afirma que a aceleração de um corpo é diretamente proporcional a resultante de todas as forças aplicada a ele e inversamente proporcional a sua massa, sendo dirigida ao longo da resultante das forças, expressa analiticamente por $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$, sendo \vec{a} e \vec{F} grandezas vetoriais.

Com este experimento podemos demonstrar que a aceleração no movimento de um corpo sofre alterações se for aplicado a ele forças diferentes, assim como verificaremos que as acelerações no movimento de corpos de massas diferentes são distintas se for aplicado a eles a mesma força.

O material necessário é uma balança que mede massa em miligramas (mg), sendo opcional se os corpos necessário forem “pesados” previamente, duas bolas de gude com massas diferentes, uma catapulta feita com régua resistente e base de madeira ou semelhante, um pedaço de cartolina e um pincel ou caneta.

Na parte um deste experimento, após medir a massa das bolas de gude e construir a catapulta, deve-se demarcar na cartolina três ou mais riscos de distâncias iguais numa lateral da cartolina. Em seguida, apoiar a base da catapulta de modo que a régua fique a cima de um risco demarcado na cartolina, puxar a ponta solta da régua até ficar de outro, colocar uma bola de gude na frente da régua, soltar a régua e observar a aceleração no movimento deste objeto. E depois repetir o processo anterior, mas dessa vez usando a outra bola de gude e observar novamente a aceleração no movimento deste objeto. Em seguida deve se fazer questionamentos com os alunos a respeito deste fenômeno, fazendo com que os mesmo direcionem seu aprendizado para os conceitos da Segunda Lei de Newton.

Na parte dois, escolhe-se uma das bolas de gude e repete-se o mesmo processo da parte um, mas desta vez ao invés de mudar a bola de gude será mudado a força a ser aplicada e para isso será usado os riscos feitos na cartolina, pois a régua será colocada duas ou mais vezes em cima de riscos diferentes.

Na conclusão das duas partes deste experimento discute-se com os alunos a respeito deste fenômeno, de modo que estes se apropriem completamente e corretamente do fenômeno e do conceito da Segunda Lei de Newton.

Este experimento está melhor detalhado no ANEXO II e a discussão será feita a partir da diferença de força aplicada, de massa das bolas de gude e de aceleração nas situações descritas onde se discute o Princípio Fundamental da Dinâmica ou Segunda Lei de Newton.

4.4.3 Experimento III – Princípio da Ação e Reação

O terceiro experimento (ANEXO III), sem denominação, foi descrito por Torres, Ferraro e Soares (2010, p. 116).

O Princípio da Ação e Reação ou Terceira Lei de Newton apesar de muito presente nas situações diárias não é facilmente compreendido, pois apesar de fisicamente toda ação sofrer reação, a reação nem sempre tem efeito semelhante à ação. Isto ocorre, por exemplo, quando andamos que pressionamos o solo para trás e ele pressiona nossos pés para frente, quando exercemos força sobre uma parede e ela exerce força igual sobre nós, quando dois carros se chocam, situação em que ambos se machucam com intensidades diferentes e

em vários outros casos. Nesta última situação, normalmente se imagina que foi exercido mais força sob o veículo mais machucado, no entanto se despreza a diferença na resistência no material constituinte destes automóveis.

O objetivo deste experimento é discutir Princípio da Ação e Reação no movimento de dois corpos, os corpos são um carrinho de brinquedo e moléculas de ar (invisíveis) que sairão de um balão de festa.

O material necessário é um carrinho de brinquedo, fita-crepe dupla face e um balão de festa.

Para realização do experimento, fixa-se o balão cheio com um pedaço de fita-crepe dupla face na capota do carrinho de brinquedo, posiciona-se o carrinho no chão plano e com pouco atrito e deixa-se escapar o ar de dentro do balão para observar o que ocorre.

Este experimento está melhor detalhado no ANEXO III e sua discussão será feita a partir do movimento em oposição do carrinho e das partículas de ar, situação que compreende o Princípio da Ação e Reação ou Terceira Lei de Newton.

No capítulo seguinte será feita a análise e discussão dos resultados encontrados através da aplicação dos questionários constituintes desta pesquisa. A partir dessa análise verificaremos se o uso de experimentos com material alternativo promove uma reestruturação das concepções espontâneas transformando-as em conhecimentos científicos e faremos nossas considerações.

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo, serão feitas a análise e a discussão dos resultados obtidos no decorrer desta pesquisa. Inicialmente analisaremos/discutiremos o primeiro questionário, denominado “Questionário Sociocultural e Educacional” (Apêndice A) com o objetivo de conhecermos o atual processo educacional de Física dos alunos, em relação ao contexto sociocultural dos mesmos.

Posteriormente analisaremos/discutiremos o segundo questionário, denominado “Pré-Teste” (Apêndice B), com o qual se objetiva analisar o nível de conhecimento (empírico ou científico) ou as concepções prévias dos educandos a respeito das leis do movimento de Newton.

Por último, será analisado o terceiro questionário, denominado “Pós-Teste” (Apêndice C). Com este buscou-se verificar se o uso de experimentos com materiais alternativos constroem ou estruturam conceitos científicos no cognitivo dos alunos sob suas concepções prévias, espontâneas ou alternativas. Por isso, na discussão do pós-teste foram feitas comparações com os resultados do pré-teste, relacionando os resultados destes dois questionários.

Para melhor visualização, evidência e compreensão, foram construídos gráficos, onde se distribuem os dados apresentando-os em frequência e percentuais de respostas.

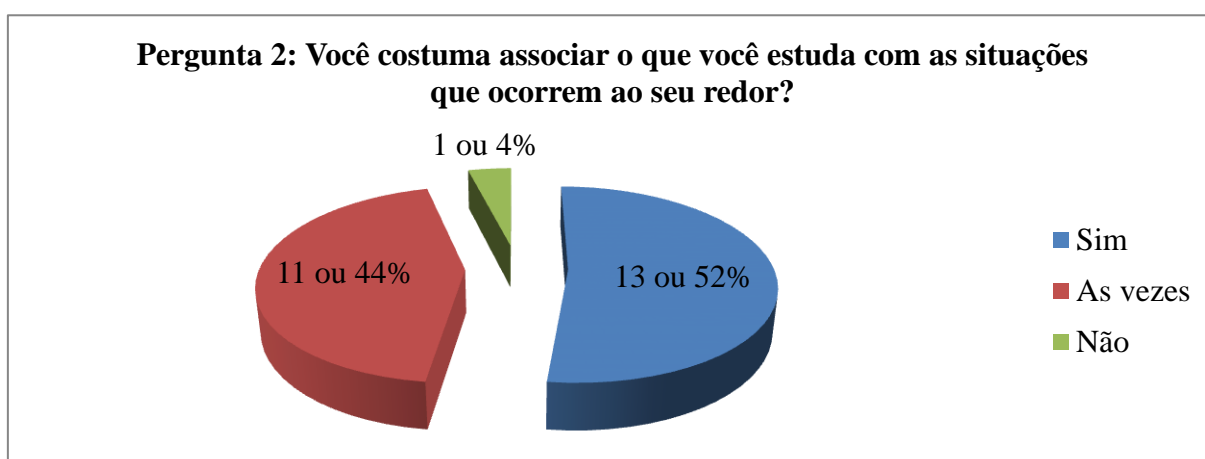
5.1 Análise e discussão do Questionário Sociocultural e Educacional - QSE

Este questionário é composto por dez questões, sendo nove fechadas e uma aberta, como se segue abaixo. Por questões didáticas, para cada questão serão expostos a pergunta, suas alternativas e seu gráfico, seguido das considerações.

Gráfico 5.1.1: Respostas da pergunta 1 do QSE por frequência e percentual

Fonte: Dados da pesquisa organizados pelos autores, 2013.

Verificou-se no gráfico 5.1.1 que, 23 ou 92% dos alunos acham que a Física é importante para eles e para sociedade, 2 ou 8% consideram que a Física têm um pouco de importância para eles e para sociedade e nenhum aluno respondeu não. Este resultado é muito relevante no processo educacional destes alunos, pois mostra que a maioria deles (ou todos) entende que o ensino/aprendizado de Física não é um processo justificado apenas no cumprimento do currículo escolar. E que tem uma importante função na formação cidadã dos mesmos e em seu desenvolvimento na sociedade.

Gráfico 5.1.2: Respostas da pergunta 2 do QSE por frequência e percentual

Fonte: Dados da pesquisa organizados pelos autores, 2013.

Constatou-se no gráfico 5.1.2 que, 13 ou 52% dos alunos costumam associar o que estudam com situações que ocorrem ao seu redor, 11 ou 44% fazem isto às vezes e 1 ou 4% não costumam fazer isto. Este resultado mostra que a maioria dos alunos identifica em seu cotidiano os fenômenos estudados em sala, no entanto, um aluno não faz isso e outros fazem

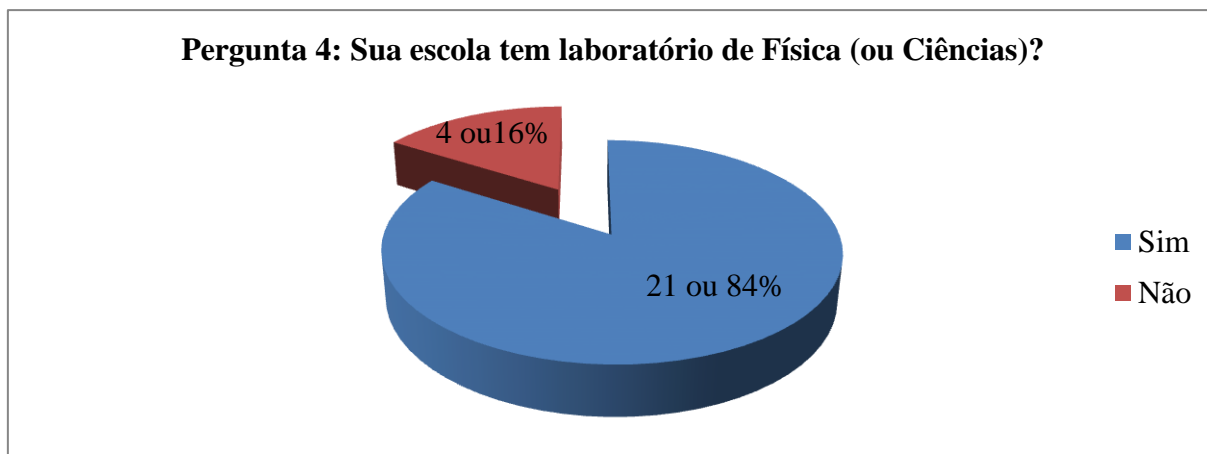
às vezes. É um fato intrigante, pois o estudo de fenômenos físicos é muito mais consistente quando associado de alguma forma às suas aplicações, por outro lado, confirma a proposição de que o aluno tem dificuldade em correlacionar a teoria estudada com situações cotidianas.

Gráfico 5.1.3: Respostas da pergunta 3 do QSE por frequência e percentual



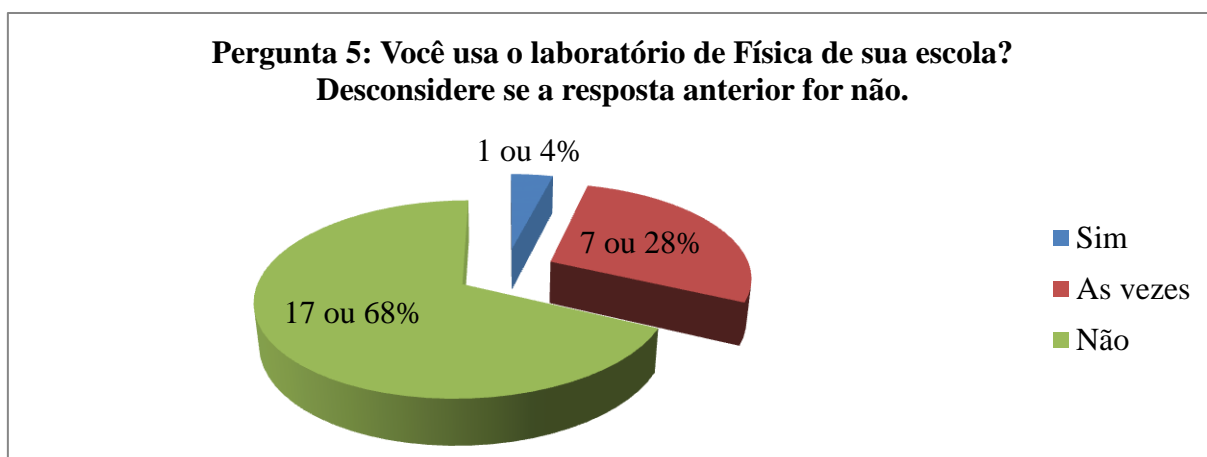
Fonte: Dados da pesquisa organizados pelos autores, 2013.

No gráfico 5.1.3, referente à pergunta 3, 19 ou 76% dos alunos afirmaram que seu professor costuma exemplificar situações do cotidiano, sobre os fenômenos estudados e 6 ou 24% disseram que o professor faz isso as vezes. As duas respostas demonstraram que as aulas de Física são contextualizadas, e, deste modo, evidenciam que suas aulas estão em conformidade com o que preconizam os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM). Os quais sugerem que tendo como ponto inicial os estudos prévios do cotidiano, o aluno pode estruturar e reestruturar conhecimentos que forneçam uma visão mais crítica do mundo físico e permitam tomar decisões baseadas em conhecimentos científicos, permitindo o melhor exercício da cidadania. (BRASIL, 1999).

Gráfico 5.1.4: Respostas da pergunta 4 do QSE por frequência e percentual

Fonte: Dados da pesquisa organizados pelos autores, 2013.

Foi constatado no gráfico 5.1.4 que, 21 ou 84% dos alunos responderam que a sua escola tem laboratório de Física (ou ciências) e 4 ou 16% responderam que não. Conforme informações fornecidas pelos gestores, a escola realmente tem um Laboratório Escolar de Ciências – LEC, no entanto ainda não está em funcionamento, porém há previsão para funcionamento em meados de 2013 com implantação de 25% da carga horária de Física no laboratório. Esta divergência de resposta dos alunos significa que nem todos os alunos têm conhecimento da existência do LEC e dos projetos previstos.

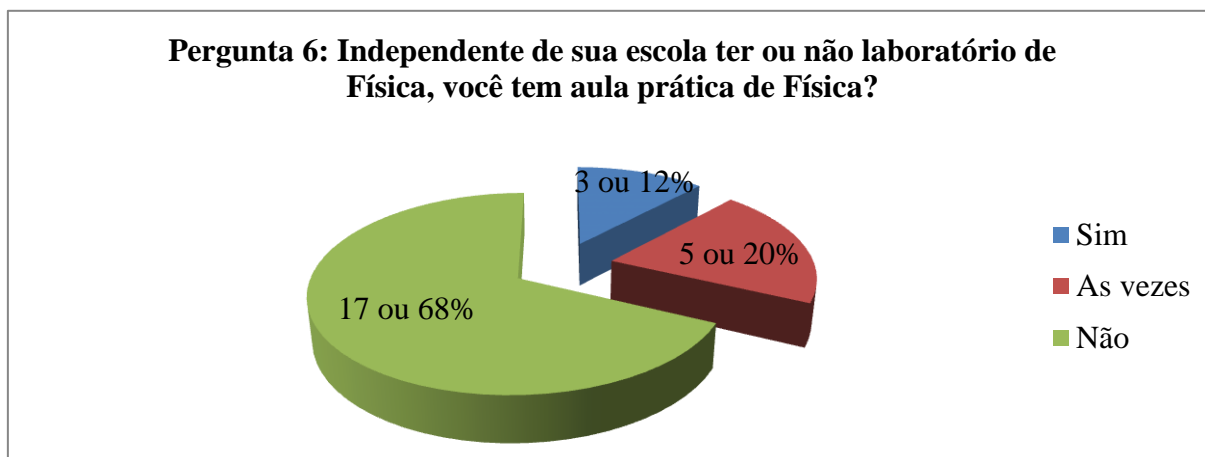
Gráfico 5.1.5: Respostas da pergunta 5 do QSE por frequência e percentual

Fonte: Dados da pesquisa organizados pelos autores, 2013.

Verificou-se no gráfico 5.1.5 que, 17 ou 68% dos alunos afirmaram que não usam o laboratório de Física da escola, 7 ou 28% disseram usar as vezes e 1 ou 4% afirmou usar o laboratório. Conforme as informações descritas na discussão do gráfico anterior, o LEC da

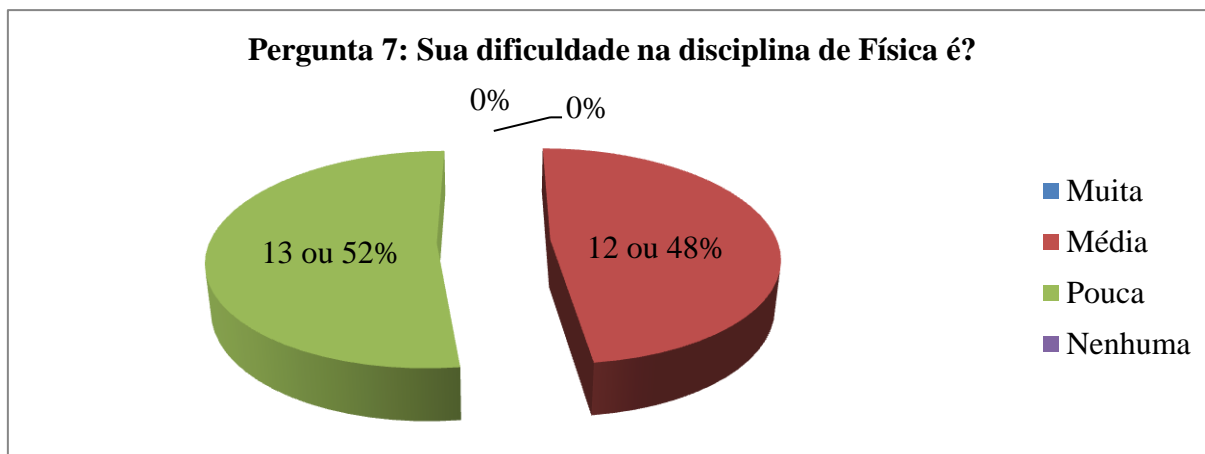
escola não está sendo usado, no entanto o professor costuma pegar materiais do laboratório e levar para sala de aula (ou sala de vídeo), para realizar atividades experimentais, o que justificaria a confusão na resposta dos alunos.

Gráfico 5.1.6: Respostas da pergunta 6 do QSE por frequência e percentual



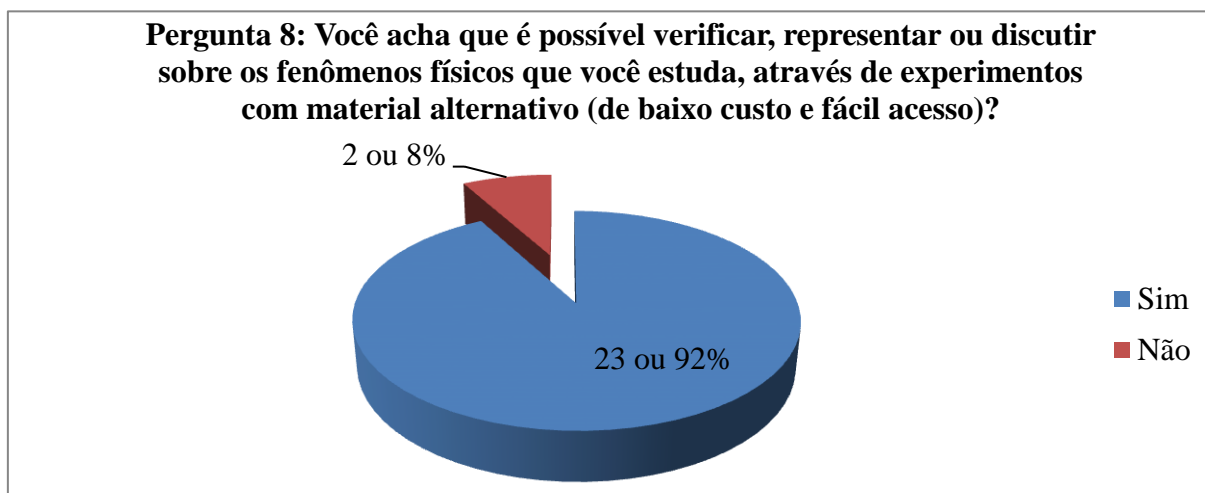
Fonte: Dados da pesquisa organizados pelos autores, 2013.

Na pergunta 6, 17 ou 68% dos alunos afirmaram não ter aula prática de Física, 5 ou 20% disseram ter aula prática de Física as vezes e 3 ou 12% disseram ter aula prática de Física, conforme o gráfico 5.1.6. Como dito na análise da questão anterior, o professor costuma pegar materiais do laboratório e levar para sala de aula (ou de vídeo), para realizar atividades experimentais, mesmo assim, grande maioria dos alunos não considera esta atitude do professor como aula prática. O percentual de alunos que na questão anterior afirmou usar o laboratório de física da escola (sim ou as vezes) é semelhante ao percentual que nesta questão respondeu ter aula prática de Física (sim ou as vezes). Isto reforça a hipótese de que as atividades experimentais realizadas pelo professor justifica o conflito causado nas respostas das duas perguntas anteriores.

Gráfico 5.1.7: Respostas da pergunta 7 do QSE por frequência e percentual

Fonte: Dados da pesquisa organizados pelos autores, 2013.

A respeito do grau de dificuldade na disciplina de Física, o gráfico 5.1.7 demonstrou que, 13 ou 52% dos alunos disseram ter pouca dificuldade, 12 ou 48% afirmaram ter dificuldade em grau médio e nenhum aluno afirmou ter muita ou nenhuma dificuldade. Este resultado é muito importante para o desenvolvimento desta pesquisa, pois normalmente trabalha-se com a hipótese de que o aluno tem muitas dificuldades na disciplina de Física, admitindo-se que estas são devidas à falta de contextualização, à inexistência de aulas práticas, às abstrações dos conceitos físicos, dentre outras. O fato de estes alunos afirmarem ter pouca ou média dificuldade na disciplina de Física nos leva a entender que aos poucos essas barreiras existentes no ensino da Física estão sendo rompidas.

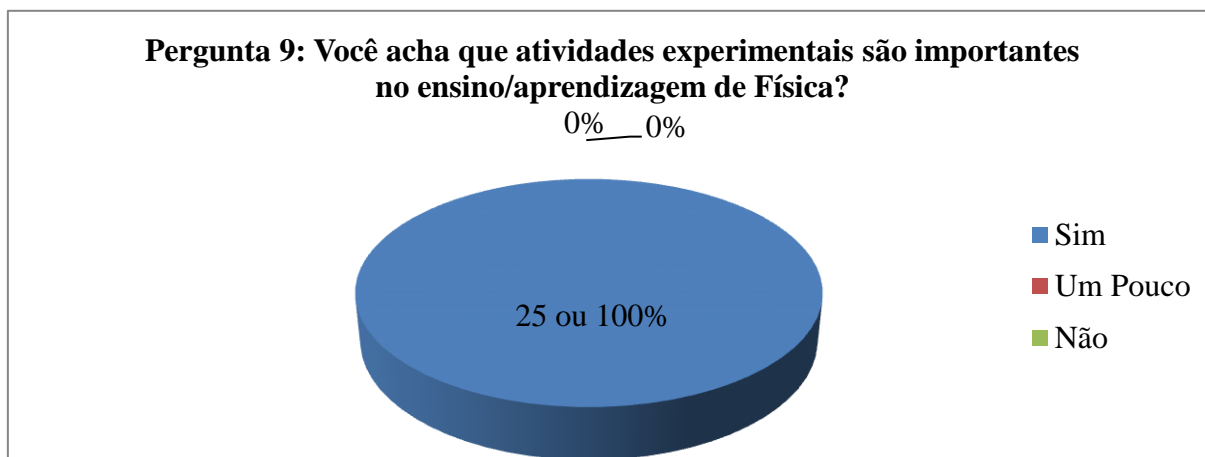
Gráfico 5.1.8: Respostas da pergunta 8 do QSE por frequência e percentual

Fonte: Dados da pesquisa organizados pelos autores, 2013.

Constatou-se no gráfico 1.8 que 23 ou 92% dos alunos acham que seria possível verificar, representar ou discutir sobre os fenômenos físicos estudados, através de

experimentos com material alternativo (de baixo custo e fácil acesso), enquanto apenas 2 ou 8% dos alunos acham que não. Vejamos agora os dados do gráfico 1.9, pois a discussão das perguntas 8 e 9 será feita em seguida.

Gráfico 5.1.9: Respostas da pergunta 9 do QSE por frequência e percentual

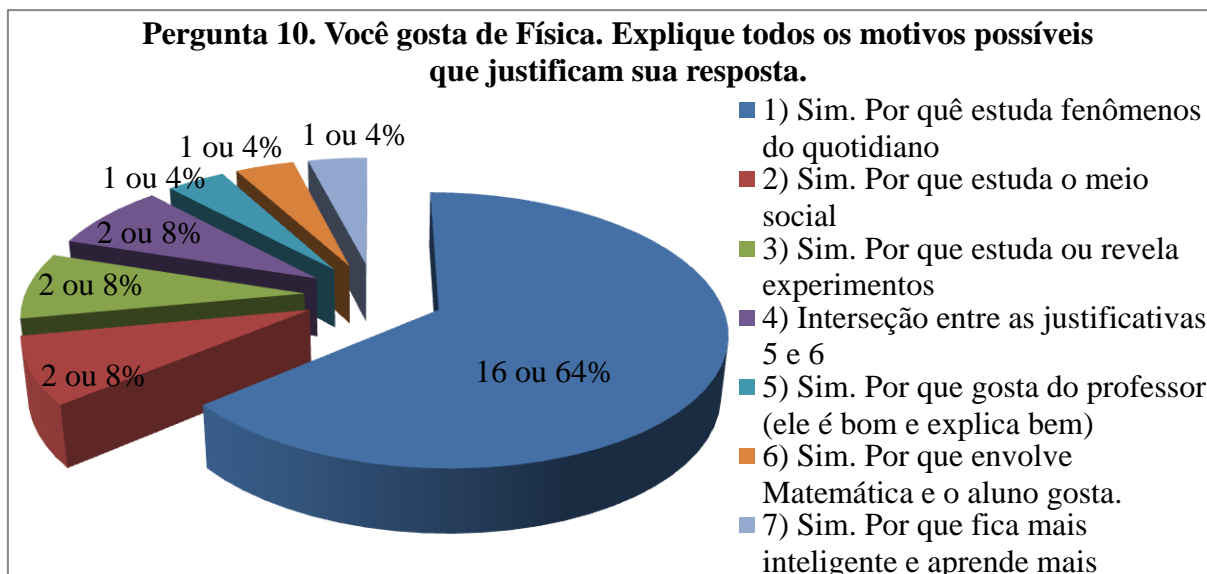


Fonte: Dados da pesquisa organizados pelos autores, 2013.

Na pergunta 9, os 25 ou 100% dos alunos pesquisados acreditam que atividades experimentais são importantes no ensino/aprendizagem de Física

As respostas das perguntas 8 e 9, demonstradas nos gráficos 5.1.8 e 5.1.9 respectivamente sugerem que o ensino de Física está passando por novos paradigmas. Pois, apesar de ser consenso entre os educadores que atividades experimentais são importantes no ensino/aprendizagem de Física, muitos professores ainda associam atividades práticas com necessidade de ambiente bem equipado para a efetivação de aulas experimentais. (SOUSA, 2010). E em contrapartida, estes discentes já reconhecem a importância da experimentação no ensino de Física e creem na possibilidade de realização de atividades práticas em sala de aula, sem laboratórios ou instrumentos sofisticados.

Gráfico 5.1.10: Respostas da pergunta 10 do QSE por frequência e percentual



Fonte: Dados da pesquisa organizados pelos autores, 2013.

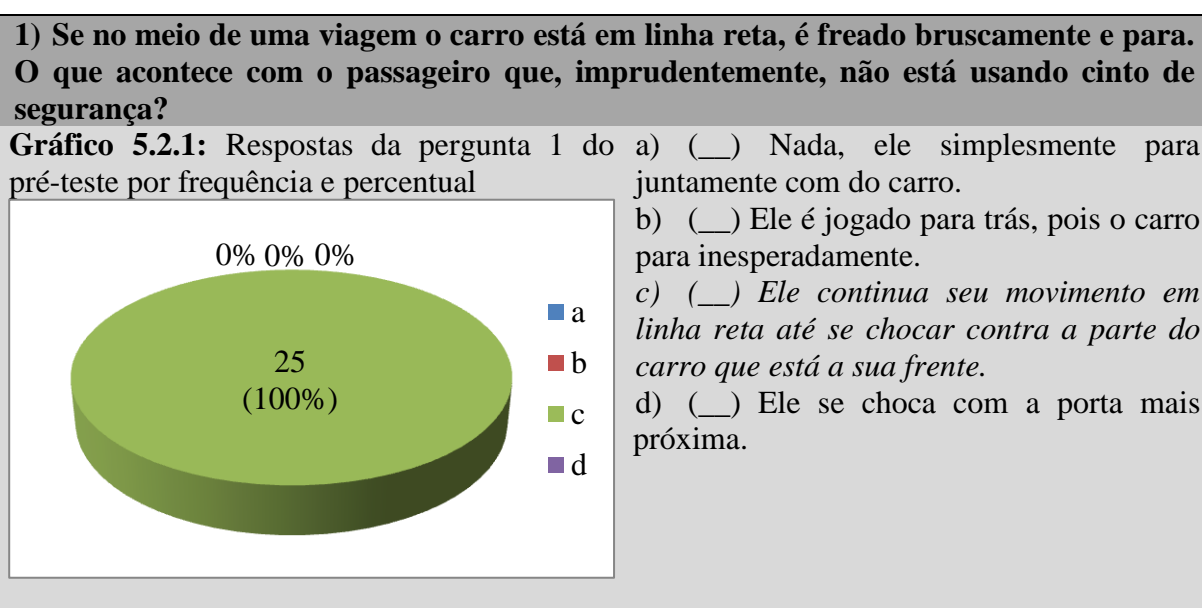
Na última pergunta deste questionário todos os alunos afirmaram que gostam de Física. O gráfico 5.1.10 corresponde às justificativas dadas por eles para essa resposta. 16 ou 64% dos alunos justificaram que a Física estuda os fenômenos do cotidiano. Destes 16 alunos, um disse achar ruim o fato de usar a matemática para solucionar as questões de Física e outro que a Física é uma ciência social que só existe devido a Matemática. Quanto aos demais, 2 ou 8% disseram que a Física estuda o meio social, esta mesma quantidade afirmou que a Física estuda ou revela experimentos e este mesmo percentual deram simultaneamente as justificativas 5 e 6 (ver gráfico acima). 1 ou 4% explicaram que gostam do professor (ele “é bom” e “explica bem”), esta mesma quantidade de alunos justificou que a Física envolve e ela gosta de Matemática e este mesmo percentual de alunos alegou que gosta de estudar Física por que fica mais inteligente e aprende mais.

Os dados obtidos através deste questionário demonstraram que estes alunos estão mais abertos às discussões atuais e inovadoras no Ensino da Física, como aula experimental, contextualizada e que leve em consideração o que eles sabem. Os mesmos consideram a Física como uma Ciência que estuda os Fenômenos Naturais presentes no dia-a-dia e que o Ensino da Física tem grande relevância em sua formação educacional e social. Este conjunto de fatores pode ser muito relevante para o desenvolvimento desta pesquisa, uma vez que os alunos já utilizam de meios que facilitam a construção de conceitos científico-físicos básicos.

5.2 Análise e discussão do Pré-Teste

O “Pré-teste” (Apêndice B) é constituído de dez questões, sendo sete fechadas e três abertas, com o qual se objetiva analisar inicialmente o nível de conhecimento (empírico ou científico) ou as concepções prévias dos educandos a respeito das leis do movimento de Newton. Didaticamente, cada pergunta será exposta juntamente com suas alternativas e seu gráfico e em seguida serão feitas as considerações.

Tabela 5.2.1 – Pergunta 1 do Pré-Teste com o gráfico de respostas



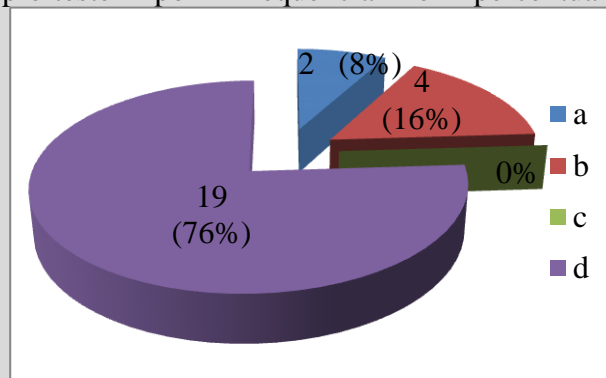
Fonte: Dados da pesquisa organizados pelos autores, 2013.

Verificou-se no gráfico 5.2.1 que, 100% dos alunos responderam a alternativa “c” da pergunta 1, a resposta apropriada para tal suposição. Os alunos não haviam estudado o Princípio da Inércia na escola, mas o resultado mostra que os mesmos já conhecem previamente este fenômeno. E mesmo que esta resposta possa não ser percebida por eles como uma conceituação científica a observação de situações do dia-a-dia os fazem identificar intuitivamente. É um fator positivo, mas não implica que eles conheçam os por quês da ocorrência deste fenômeno, ou seja, não saibam justificá-lo. Seguindo este raciocínio, para que estes se apropriem melhor da Primeira Lei de Newton, faz-se necessário trabalhar a importância e atuação das forças, no movimento ou repouso dos corpos.

Tabela 5.2.2 – Pergunta 2 do Pré-Teste com o gráfico de respostas

2) Falando sobre a viagem tratada na questão 1, o que você acha que acontece se no momento da freada brusca a pista estiver molhada e com muita lama?

Gráfico 5.2.2: Respostas da pergunta 2 do pré-teste por frequência e percentual



a) () O carro para rápido, independente da pista está molhada, pois para o mesmo parar só depende da força exercida pelo pé do motorista no freio.

b) () O carro não para, pois a lama anula (impede) a ação dos freios.

c) () O carro só demora parar se os pneus estiverem “carecas”, caso contrário a lama não faz diferença.

d) () O carro demora parar, pois a lama diminui o atrito entre os pneus e a pista, no entanto essa demora pode ser maior se os pneus estiverem “carecas”.

Fonte: Dados da pesquisa organizados pelos autores, 2013.

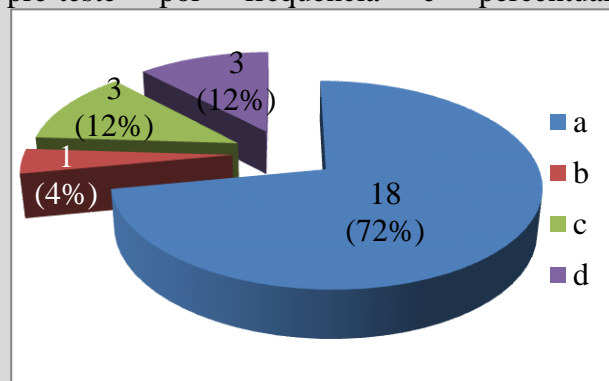
Constatou-se no gráfico 5.2.2 que, 8% dos alunos escolheram a alternativa “a”, 16% responderam a alternativa “b”, nenhum aluno respondeu a opção “c” e 76% escolheram a opção “d”, a que melhor se adequa a esta pergunta. Nesta questão buscou-se verificar a concepção dos alunos a respeito da interferência das forças no movimento dos corpos, sendo que a força de atrito é o foco principal.

Como a maioria respondeu corretamente, observou-se que eles têm conhecimento prévio sobre a atuação das forças no movimento dos corpos. Mas o erro por parte de 24% deles demonstra que ao discutir uma mesma situação observando fatores onde há existência de forças de atrito surgem dificuldades. Entretanto, as dúvidas surgidas podem ser devidas à percepção da dificuldade em que um veículo apresenta ao parar quando a pista está molhada, sendo que o mesmo não para imediatamente e sim com alguns metros a mais que em pista seca. Portanto, é importante tratar sobre aumento e redução de atrito entre corpos (ou superfícies) para sanar algumas dúvidas a respeito do assunto.

Tabela 5.2.3 – Pergunta 3 do Pré-Teste com o gráfico de respostas

3) Suponha que uma folha de papel está sobre a mesa do professor. E o apagador está em repouso sob ela. Dando-se, com violência, um puxão horizontal na folha de papel, o que acontece com o apagador? Qual a melhor justificativa para este fenômeno?

Gráfico 5.2.3: Respostas da pergunta 3 do a) () Ele se move pouco, por que a pré-teste por frequência e percentual resistência do ar é muito alta nesta situação.



b) () Ele não se move, por que a resistência do ar impediu o movimento do apagador.

c) () Ele se move muito, pois a força de atrito entre o papel e a mesa é muito intensa.

d) () Ele não se move, pois a força de atrito entre o apagador e o papel provoca, no apagador, uma aceleração muito inferior à da folha de papel.

Fonte: Dados da pesquisa organizados pelos autores, 2013.

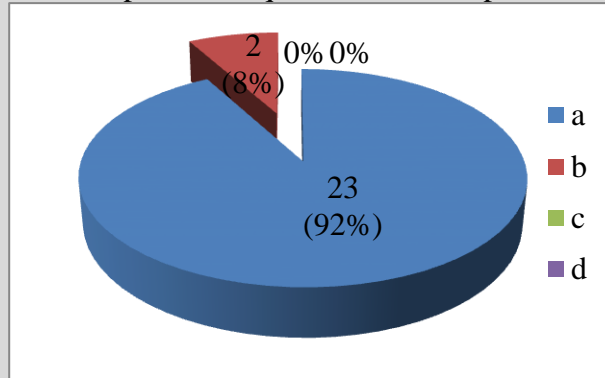
Constatou-se no gráfico 5.2.3 que, 72% dos alunos escolheram a alternativa “a”, 4% optaram pela alternativa “b”, 12% responderam a opção “c” e este mesmo percentual a opção “d”, a resposta que melhor adequa a esta pergunta. Nesta questão, assim como na questão anterior, buscou-se verificar a concepção dos alunos a respeito da interferência das forças no movimento dos corpos, sendo que a força de atrito é o foco principal. Enquanto na questão anterior o foco era na atuação da força do atrito quando um objeto está movimento e é aplicada a ele uma força para que ele entre em repouso, nesta é focalizado o caso inverso.

Verificamos que os alunos apresentaram grande dificuldade no entendimento deste fenômeno. Pois, apesar de grande maioria responder que o apagador não se moveu, ou se moveu pouco (certamente para baixo, ao retirar a folha), o maior número de respostas apontou a resistência do ar como atuante no caso suposto. Sendo que o fator significativo neste caso é a velocidade em que fora puxado a folha e a desprezível aceleração causada no apagador pelo atrito entre ele e a folha. Este resultado sugere que, posteriormente, precisamos abordar a interferência do atrito entre corpos (ou superfícies) com ênfase na atuação entre repouso e/ou movimento, para estruturar melhor o conhecimento dos alunos sobre este acontecimento.

Tabela 5.2.4 – Pergunta 4 do Pré-Teste com o gráfico de respostas

4) Em supermercados é comum usar carrinho para colocar os produtos que se-deseja comprar. A medida que o carrinho vai ficando cheio é preciso exercer mais força para que o carrinho se movimente. Qual afirmativa abaixo justifica este fenômeno?

Gráfico 5.2.4: Respostas da pergunta 4 do pré-teste por frequência e percentual



a) (___) *A intensidade de força exercida pela pessoa e a massa do carrinho com os produtos são quem definem a facilidade/dificuldade de deslocamento.*

b) (___) *Quando o carrinho vai ficando cheio, não é preciso exercer mais força para que o carrinho se movimente, pois ele tem rodinhas e elas compensam totalmente a diferença de massa.*

c) (___) *Não há relação entre a massa do carrinho e seu movimento.*

d) (___) *Não há relação entre a força exercida sobre o carrinho e seu movimento.*

Fonte: Dados da pesquisa organizados pelos autores, 2013.

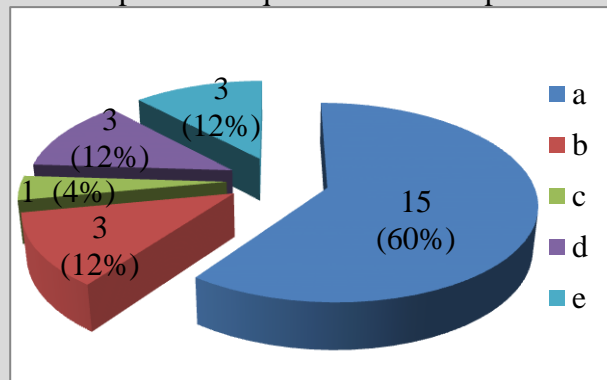
No gráfico 5.2.4 observou-se que, 92% dos alunos escolheram corretamente a alternativa “a”, 8% a alternativa “b” e nenhum aluno respondeu a opção “c” ou a “d”. O objetivo desta questão foi identificar o conhecimento prévio dos alunos a respeito de situações do dia-a-dia que envolvem a Segunda Lei de Newton ou Princípio Fundamental da Dinâmica. Como nas questões anteriores, nesta foi apenas introduzido o conceito e questionado de forma que o aluno possivelmente o identifique espontaneamente.

As respostas foram satisfatórias e demonstram que eles conseguem identificar facilmente este fenômeno. Assim sendo, na próxima etapa, em que investigaremos o mesmo tema com os experimentos com material alternativo é sugestivo questionar os porquês de tal ocorrência, buscando introduzir o conceito científico apropriado bem como sua formulação matemática.

Tabela 5.2.5 – Pergunta 5 do Pré-Teste com o gráfico de respostas

5) Uma “balança” graduada em Newtons é uma balança que mede a massa de um objeto multiplicada pela gravidade (força que a Terra atrai os objetos). Você consegue calcular qual a força que uma pessoa de 60 kg exerce em uma balança destas, considerando a aceleração como 10 m/s²?

Gráfico 5.2.5: Respostas da pergunta 5 do pré-teste por frequência e percentual



a) (___) Sim. Responda abaixo. Obs.: Se não souber a unidade coloque apenas o valor.

Responderam $60 \times 10 = 600$.

b) (___) Não. Tente explicar qual a sua dificuldade nesta questão.

Apenas 3 alunos justificaram, 2 disseram que não conseguem sem a fórmula e o outro disse que não saber fazer o cálculo.

c) Sem Resposta.

d) Resposta Errada.

e) Valor correto, mas unidade errada.

Fonte: Dados da pesquisa organizados pelos autores, 2013.

No gráfico 5.2.5 nota-se que, 60% dos alunos souberam responder parcialmente esta questão, pois encontraram o valor esperado, mas não conhecia a unidade de força – Newton (N). 12% não souberam responder, onde dois justificaram que não conseguem responder sem a fórmula e um afirmou que não sabe fazer o cálculo. Dos demais, 12% respondeu errado, esta mesma quantidade acertou o total, mas errou a unidade e 4%, isto é, um aluno não respondeu.

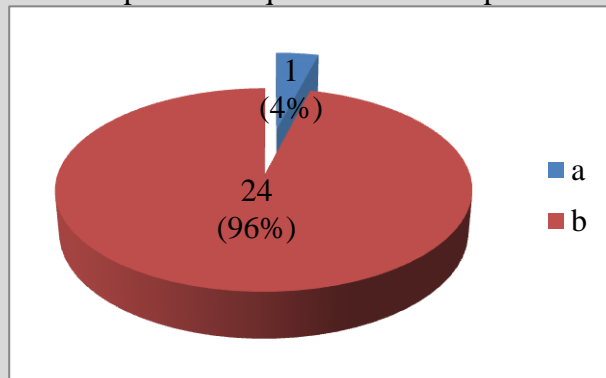
Com o intuito de complementar a questão 4, esta trata do mesmo fenômeno, mas em casos diferentes. Optamos pela introdução desta questão pelo fato de a aceleração causada pela Força Gravitacional ser fixa e comumente usada nos exemplos do livro didático.

Embora 60% dos alunos tenham chegado ao resultado numérico, mesmo desprezando a unidade da grandeza envolvida, os demais apresentaram dificuldades no cálculo, por que a fórmula não foi dada explicitamente. Remetendo-nos a consideração de que eles ainda costumam usar de fórmulas prontas para o desenvolvimento de suas atividades, mesmo que não obrigatoriamente nesta disciplina, o que precisa ser discutido no decorrer da pesquisa.

Tabela 5.2.6 – Pergunta 6 do Pré-Teste com o gráfico de respostas

6) Nas duas questões anteriores, ocorre um fenômeno conhecido como Princípio Fundamental da Dinâmica (Segunda Lei de Newton). Se você souber defina uma fórmula que relacione as grandezas, Aceleração, Massa e Força.

Gráfico 5.2.6: Respostas da pergunta 6 do pré-teste por frequência e percentual



a) (___) Sim. Justifique.

Apenas um aluno justificou, afirmando que: “F =ma, pois para saber a força, primeiro temos que multiplicar a massa pela aceleração.”

b) (___) Não Sei.

Apenas um aluno justificou por que não respondeu, afirmando: “Não entendi o enunciado”.

Fonte: Dados da pesquisa organizados pelos autores, 2013.

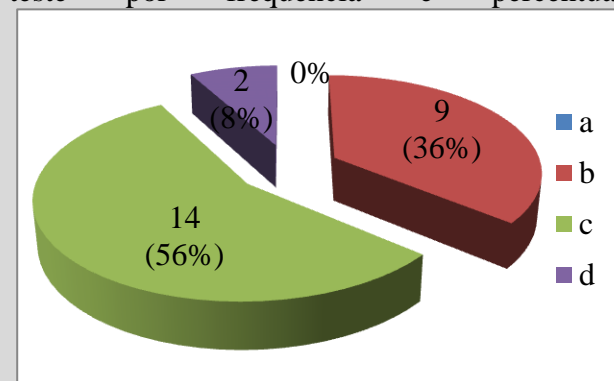
Observou-se no gráfico 5.2.6 que 1 (4%) aluno respondeu a pergunta 6, justificando que “ $F=ma$, pois para saber a força, primeiro temos que multiplicar a massa pela aceleração”. E, o restante, 96% dos alunos disseram não saber responder, sendo que destes, apenas um justificou, afirmando que não entendeu o enunciado. Ainda a respeito da Segunda Lei de Newton, aqui buscamos identificar se algum aluno já conhecia a relação das grandezas, aceleração, massa e força atuantes nos casos que envolvem esta lei. Ou se conseguiriam identificar esta relação a partir do que foi questionado nas perguntas anteriores, e por conseguinte chegarem a definição da fórmula matemática.

Apenas um aluno respondeu, e embora a resposta obtida não seja a mais adequada é comumente usada, este resultado evidencia que, espontaneamente, a turma tem uma dificuldade de relacionar entre si as grandezas envolvidas no fenômeno. Desta forma cabe discutirmos na aula experimental esta relação a fim de construirmos uma base científica a respeito, bem como melhor estruturar a concepção daquele aluno que respondeu.

Tabela 5.2.7 – Pergunta 7 do Pré-Teste com o gráfico de respostas

7) Ainda pensando na viagem, ou melhor, na freada brusca, discutida nas situações anteriores e representada na imagem abaixo. Se não estiver chovendo como sugerido na questão 2, e o carro estiver com pneus novinhos o que acontece no momento da freada?

Gráfico 5.2.7: Respostas da pergunta 7 do pré-teste por frequência e percentual



a) (___) O carro para, simplesmente por que a pista exerce uma força sobre os pneus;

b) (___) O carro para, simplesmente por que os pneus exercem uma força sobre a pista;

c) (___) O carro para, por que os pneus exercem uma força sobre a pista e a pista exerce uma força igualmente sobre os pneus, porém em sentido oposto.

d) (___) Ao frear os pneus travam e o carro para por que é uma tendência natural dos objetos.

Fonte: Dados da pesquisa organizados pelos autores, 2013.

No gráfico 5.2.7 observou-se que, nenhum aluno escolheu a opção “a”, 36% dos alunos optaram pela alternativa “b”, 56% pela “c”, opção que melhor se adequa ao questionamento e 8% pela “d”.

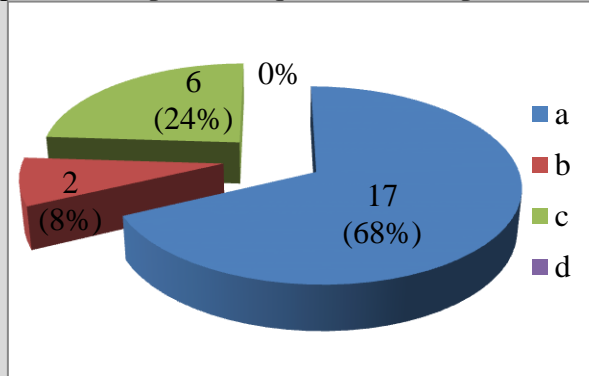
Esta pergunta discute a Terceira Lei de Newton e com a mesma buscou-se verificar se os alunos conseguem constatar a atuação deste fenômeno em situações cotidianas.

A maioria respondeu corretamente, mas os demais não conseguiram identificar espontaneamente todas as forças presentes no caso descrito. Portanto, devemos discutir posteriormente as forças atuantes em determinados casos, a fim de constatar a oposição do sentido das forças, ou seja, o Princípio da Ação e Reação.

Tabela 5.2.8 – Pergunta 8 do Pré-Teste com o gráfico de respostas

8) Das opções abaixo, qual você acha que melhor representa o que acontece no ato de andar ou correr?

Gráfico 5.2.8: Respostas da pergunta 8 do pré-teste por frequência e percentual



a) (___) Ao andar (para frente), o pé da pessoa aplica uma força para trás e o solo reage aplicando no pé da pessoa uma força para frente.

b) (___) Ao andar (para frente), o pé da pessoa simplesmente aplica uma força para trás.

c) (___) Ao andar (para frente), o solo simplesmente aplica ao pé da pessoa uma força para frente.

d) (___) Ao andar (para frente), o pé da pessoa aplica uma força para trás e o solo reage aplicando no pé da pessoa uma força também para trás.

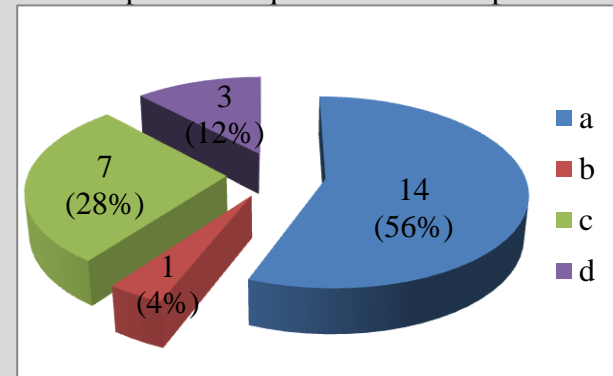
Fonte: Dados da pesquisa organizados pelos autores, 2013.

No gráfico 5.2.8, viu-se que 68% dos alunos escolheram corretamente a opção “a”, 8% a opção “b”, 24% a “c” e nenhum marcou a “d”. A finalidade desta pergunta é discutir a Terceira Lei de Newton no ato andar, condição em que aplicamos uma força contra a Terra e em contrapartida nos movimentamos. O resultado demonstrou que a maioria dos alunos consegue reconhecer este fenômeno quando se é afirmado quais as forças de ação e de reação.

Tabela 5.2.9 – Pergunta 9 do Pré-Teste com o gráfico de respostas

9) Conforme a 3ª Lei do movimento de Newton (Princípio da Ação e Reação), quando um corpo exerce uma força sobre outro este exerce uma força contrária de mesma intensidade e direção, mas em sentidos opostos. Identifique a afirmação abaixo que NÃO representam este princípio.

Gráfico 5.2.9: Respostas da pergunta 9 do pré-teste por frequência e percentual



a) (___) Andar.

b) (___) Parar um carro após frear bruscamente.

c) (___) Um apagador sobre uma mesa

d) (___) A mesa exerce sobre o solo e solo uma força contrária sobre a mesa, por isso ela não se mexe, por que estas forças se anulam.

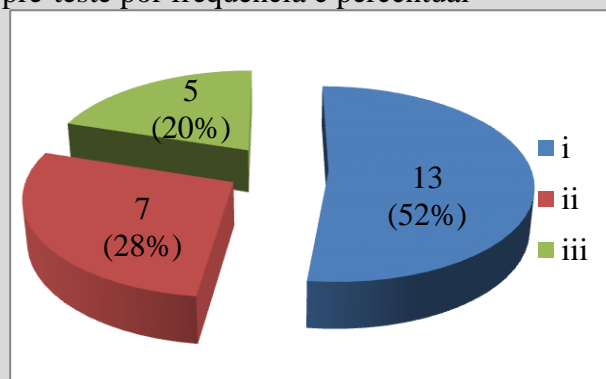
Fonte: Dados da pesquisa organizados pelos autores, 2013.

No gráfico 5.2.9, constatou-se que 56% dos alunos responderam a alternativa “a”, 4% a opção “b”, 28% a alternativa “c” e 12% escolheram a “d”, sendo que estas duas últimas respondem corretamente o questionamento. Na questão 9 se discute o Princípio da Ação e Reação, e diferentemente das demais há duas alternativas corretas. Isto, para verificar se os alunos têm facilidade de diferir a Força Normal da força de Reação. Contraditoriamente a alternativa em que a maioria dos alunos respondeu erroneamente, corresponde à mesma situação da questão anterior, o ato de andar, demonstrando que eles apresentam dificuldades em investigar situações onde não se descreve especificamente o que ocorre. Desta forma, com as atividades experimentais, devemos instigar o senso crítico dos mesmos, para que participem ativamente na concepção dos conceitos científico envolvidos.

Tabela 5.2.10 – Pergunta 10 do Pré-Teste com o gráfico de respostas

10) Descreva o que você acha que acontece quando uma pessoa leva um acidente de carro, está usando o cinto de segurança, mas o banco do carro não tem encosto de cabeça.

Gráfico 5.2.10: Respostas da pergunta 10 do pré-teste por frequência e percentual



- i) A pessoa poderá machucar (ou quebrar) o pescoço ou a cabeça. Mas não justificou.
- ii) A pessoa poderá machucar (ou quebrar) o pescoço ou a cabeça. Por causa do movimento de ida e volta da cabeça, o efeito "chicote".
- iii) Outras Respostas. Estas diferem entre si e das anteriores, em partes ou completamente.

Fonte: Dados da pesquisa organizados pelos autores, 2013.

Esta última questão, também discute o Princípio da Ação e Reação, é uma questão aberta que trata de uma situação comum, a existência/ausência do encosto de cabeça em automóvel. No gráfico 5.2.10, constatou-se que 52% dos alunos afirmaram que quando uma pessoa leva uma batida de carro, se não tiver encosto de cabeça, esta poderá machucar (ou quebrar) o pescoço ou a cabeça, mas não justificaram. 28% deram esta mesma resposta, mas justificaram que isto aconteceria por causa do movimento de ida e volta da cabeça ou efeito chicote. Dos 20% restantes, 5 alunos deram outras respostas, um disse que “a cabeça será arremessada para frente”, outro que “ele possivelmente quebra o pescoço devido o freio e o não ter sustentação” e um terceiro que “ela bate com a cara na frente do carro e fica

machucada e corre o risco de quebrar o pescoço". Teve outro que afirmou que "ela possivelmente irá quebrar o pescoço, pois no momento do freio ela irá impulsionar com muita força e o pescoço não terá apoio" e o último que disse que "ela volta bruscamente para trás e não tem o local ao apoiar a cabeça".

Embora com palavras diferentes e muito sucintas a maioria dos alunos acabou expressando o Princípio da Ação e Reação, o que demonstra a importância de trabalhar com eles os conceitos desta lei em termos mais científicos.

5.3 Análise e discussão do Pós-Teste

O questionário denominado "Pós-Teste" (Apêndice C) constitui-se por nove questões, todas fechadas. Com este buscou-se verificar se o uso de experimentos com materiais alternativos constroem ou estruturam conceitos científicos no cognitivo dos alunos sob suas concepções prévias, espontâneas ou alternativas. Ou seja, vamos aferir as concepções científicas destes alunos a respeito dos fenômenos estudados para avaliar se as propostas experimentais alcançaram os objetivos esperados.

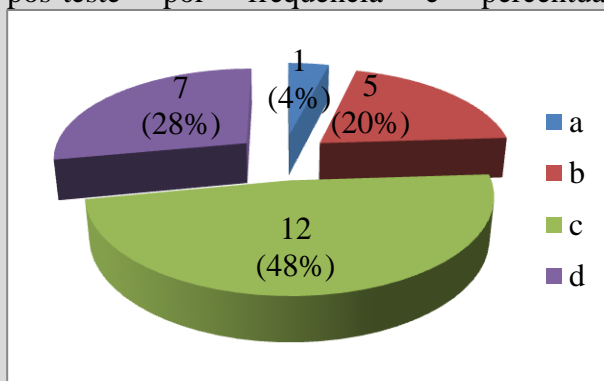
Para melhor análise e entendimento dos resultados, nesta discussão, foram feitas comparações com os resultados do Pré-Teste, relacionando os dois questionários. As perguntas de 1 a 3 referem-se ao Princípio da Inércia, 4 e 5 ao Princípio Fundamental da Dinâmica, 6 aos três princípios, 7 e 8 ao Princípio da Ação e Reação e a 9 é avaliação dos alunos sobre a pesquisa. Após as perguntas referentes a cada lei será feita uma análise geral sobre o aprendizado da mesma.

Tabela 5.3.1 – Pergunta 1 do Pós-Teste com o gráfico de respostas

1) Complete os espaços vazios da frase abaixo com os termos **MAIOR** ou **MENOR** de forma que justifique a diferença na dilatação do elástico nas duas situações do experimento e marque a alternativa correta.

- Com os lápis PRESOS, o atrito entre os lápis e a bloco de madeira é _____ e a força necessária para provocar o movimento do bloco é _____ ocasionando uma _____ dilatação no elástico.

Gráfico 5.3.1: Respostas da pergunta 1 do pós-teste por frequência e percentual



- a) () MAIOR, MENOR, MENOR.
 b) () MENOR, MAIOR, MENOR.
 c) () MAIOR, MAIOR, MAIOR.
 d) () MENOR, MENOR, MAIOR.

Fonte: Dados da pesquisa organizados pelos autores, 2013.

No gráfico 5.3.1 constatou-se que, 4% dos alunos marcaram a opção “a”, 20% marcaram a opção “b”, 48% optaram corretamente pela alternativa “c” e 28% optaram pela alternativa “d”.

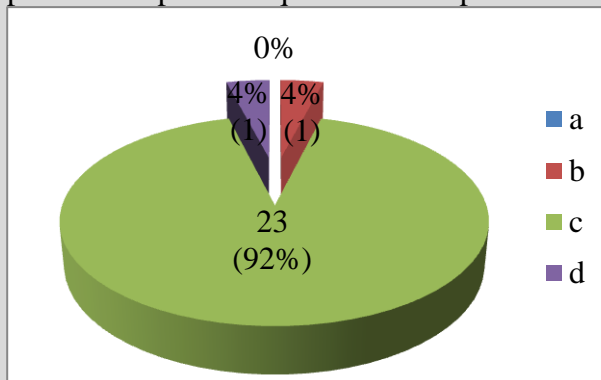
Com o intuito de verificar o aprendizado dos alunos a respeito do Princípio da Inércia discutido da prática experimental, esta pergunta tratava do que realmente ocorreu no experimento denominado “**rolamento**”. Observando as respostas, verificou-se que a maioria das respostas foi correta, no entanto, correspondem a menos da metade dos alunos.

A respeito deste resultado, destaca-se que esta foi a única pergunta em que os alunos apresentaram dificuldades em entender o enunciado, em todas as perguntas o enunciado fora lido pelo pesquisador presente apenas uma vez, no entanto os alunos solicitaram a releitura desta por duas vezes. Este fato pode ter influenciado na resposta desta pergunta e, portanto, pode não representar o aprendizado ocorrido, o que será verificado nas questões seguintes.

Tabela 5.3.2 – Pergunta 2 do Pós-Teste com o gráfico de respostas

2) Supondo que houvesse um enorme “tapete” de lápis e que com uma determinada força o bloco de madeira estivesse entrado em movimento. Em qual situação ele entraria em repouso em menos tempo? Por quê?

Gráfico 5.3.2: Respostas da pergunta 2 do pós-teste por frequência e percentual



a) () Com os lápis presos, pois a diferença de força de atrito não influencia no movimento dos objetos.

b) () Com os lápis soltos, pois assim como uma menor força de atrito facilita o movimento de um objeto também dificulta o repouso.

c) () Com os lápis presos, pois assim como uma maior força de atrito dificulta a entrada de um objeto em movimento também facilita o repouso.

d) () Não há diferença, pois a força de atrito a ser considerado é a do bloco com a mesa (ou local onde os lápis estão em cima), e assim sendo a condição dos lápis é desprezível.

Fonte: Dados da pesquisa organizados pelos autores, 2013.

Constatou-se no gráfico 5.3.2 que nenhum aluno respondeu a alternativa “a”, 4% dos alunos marcaram a opção “b”, 92% responderam corretamente optando pela alternativa “c” e 4% escolheram a opção “d”.

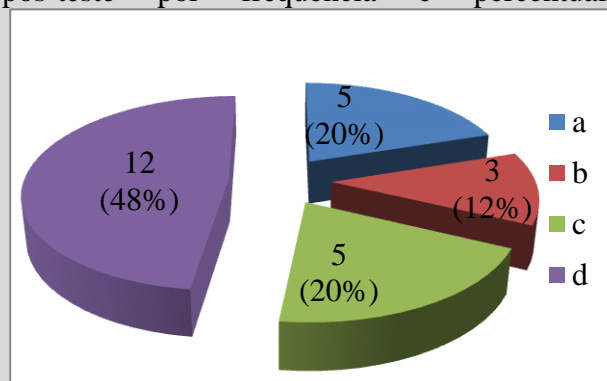
Objetivando discutir o Princípio da Inércia presente no experimento, com ênfase na força de atrito presente neste experimento e numa possível condição relacionada. Em síntese, o experimento discutia o porquê da necessidade da ação de uma ou mais forças para que um corpo inicialmente em repouso entrasse em movimento, no entanto a discussão contrária é análoga e também foi feita. Isto é, um corpo uma vez em movimento também necessita de ação de forças para entrar em repouso, evidenciando a inexistência de um “parar naturalmente” muitas vezes imaginado.

O experimento e a discussão foram muito proveitosos na compreensão deste fenômeno, obtendo 92% das respostas positivas, representando também um aumento de 16% em relação à pergunta 2 (gráfico 5.2.2) do pré-teste que também discutiu a ação de forças para que um corpo entre em repouso.

Tabela 5.3.3 – Pergunta 3 do Pós-Teste com o gráfico de respostas

3) Suponha que uma folha de papel está sobre a mesa do professor. E o apagador está em repouso sob ela. Dando-se, com violência, um puxão horizontal na folha de papel, o que acontece com o apagador? Qual a melhor justificativa para este fenômeno?

Gráfico 5.3.3: Respostas da pergunta 3 do pós-teste por frequência e percentual



a) () Ele se move pouco, por que não há nenhum atrito nesta situação;

b) () Ele não se move, por que a resistência do ar entre o papel e o apagador impediu seu movimento;

c) () Ele entra em movimento, pois a força de atrito entre o papel e o apagador é muito intensa;

d) () Ele permanece em repouso, pois a força de atrito entre o apagador e o papel provoca, no apagador, uma aceleração muito inferior à da folha de papel.

Fonte: Dados da pesquisa organizados pelos autores, 2013.

Na pergunta 3, como se ver no gráfico 5.3.3, 20% dos alunos responderam a opção “a”, 12% escolheram a “b”, 20% optaram pela “c” e 48% escolheram corretamente a alternativa “d”.

Diferentemente das questões anteriores esta também estava presente no pré-teste, sendo a questão 3 do referido. No pré-teste os alunos apresentaram dificuldades em saber qual força foi significativa na situação descrita.

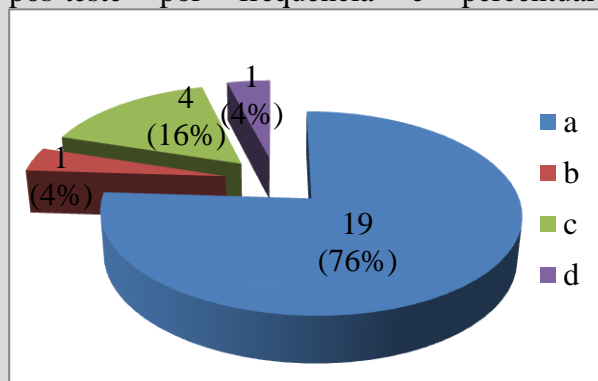
Verificou-se que o percentual de respostas corretas representa a maioria, no entanto, corresponde a menos da metade dos alunos. O fato de ao tentar reproduzir a situação descrita e em algumas vezes o apagador se mover devido à aplicação de força menor que a necessária pode ter influenciado no baixo rendimento desta resposta mesmo depois da prática experimental. Mas comparando com as respostas no pré-teste vê-se que ainda assim neste o resultado foi muito expressivo, sendo 36% a mais que naquele que foi igual a 12%.

Comparando as respostas dos alunos, no pré-teste e no pós-teste, vê-se que ocorreu um aprendizado significativo a respeito do Princípio da Inércia. Os resultados das questões dois e três do pós-teste demonstraram positividade em comparação com as perguntas análogas no pré-teste, evidenciando que o resultado da primeira deve-se ao não entendimento do enunciado.

Tabela 5.3.4 – Pergunta 4 do Pós-Teste com o gráfico de respostas

4) Com o experimento ii, sobre a Segunda Lei de Newton, foi possível verificar e concluir que:

Gráfico 5.3.4: Respostas da pergunta 4 do pós-teste por frequência e percentual



a) () A diferença de massa dos objetos sob aplicação de uma mesma força e a diferença de força aplicada sob um mesmo objeto influencia na aceleração do movimento dos mesmos.

b) () A diferença de massa dos objetos sob aplicação de uma mesma força não influencia no movimento (aceleração) dos mesmos.

c) () A diferença de força aplicada sob um mesmo objeto não influencia no movimento (aceleração) dos mesmos.

d) () A aceleração das bolas de gude, foi muito afetada pelo atrito da cartolina e do vento impedindo assim o real entendimento do fenômeno em questão.

Fonte: Dados da pesquisa organizados pelos autores, 2013.

Na questão 4, como demonstrado no gráfico 5.3.4, 76% dos alunos responderam adequadamente a alternativa “a”, 4% escolheram a opção “b”, 16% optaram pela “c” e 4% escolheram a “d”.

Com a finalidade de examinar o aprendizado dos alunos a respeito do Princípio Fundamental da Dinâmica, presente no **experimento ii**, buscou-se nesta questão qual a conclusão dos alunos a respeito do fenômeno ocorrido, onde a resposta adequada representa este princípio.

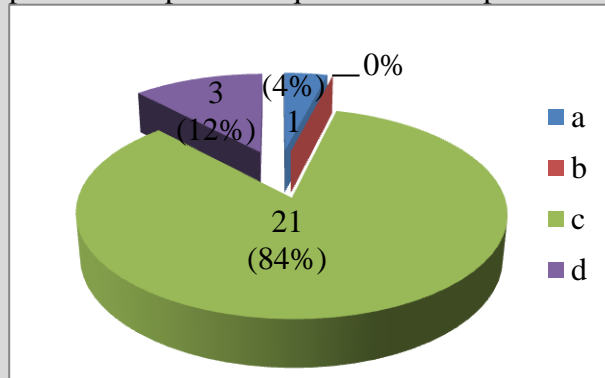
Na questão 4 do pré-teste este fenômeno foi enunciado em termos do cotidiano. Já neste, os termos tinham aspectos mais científicos uma vez que objetivava a construção do conceito científico pelos próprios alunos.

O resultado obtido foi bem positivo, demonstrado que os conceitos científicos foram facilmente estruturados a partir do que eles sabiam e da realização do experimento.

Tabela 5.3.5 – Pergunta 5 do Pós-Teste com o gráfico de respostas

5) Considerando que como foi observado, quanto maiores são as forças aplicadas em um objeto maior a aceleração deste e quanto maior for a massa menor será a aceleração, assim sendo, a grandeza ou variável dependente é sempre a aceleração. Não observando o fato de que aceleração e força são grandezas vetoriais. Qual expressão abaixo melhor relaciona ou expressa estas três grandezas?

Gráfico 5.3.5: Respostas da pergunta 5 do pós-teste por frequência e percentual



a) () A resultante das Forças é igual a Aceleração dividida pela Massa do objeto ($F = \frac{a}{m}$).

b) () A resultante das Forças corresponde a Massa do objeto multiplicada pela Aceleração ($F = m \cdot a$).

c) () A Aceleração corresponde a resultante das Forças dividida pela Massa do objeto ($a = \frac{F}{m}$).

d) () A Aceleração corresponde a Massa do objeto dividida pela resultante das Forças ($a = \frac{m}{F}$).

Fonte: Dados da pesquisa organizados pelos autores, 2013.

Com o gráfico 5.3.5, constatou-se que 4% dos alunos escolheram a alternativa “a”, nenhum aluno marcou a opção “b”, 84% escolheram a alternativa “c” que é a correta e 12% escolheram a opção “d”.

Nas questões 5 e 6 do pré-teste foi discutido a Segunda Lei de Newton objetivando introduzir a formulação matemática usada nos exercícios que tratam desta lei. Foi demonstrado que o conhecimento dos alunos a respeito desta lei era muito pouco e que somente um aluno conhecia a fórmula usada, embora que de maneira inadequada, porém muito usado no ensino deste fenômeno.

A fim de que os alunos entendessem o uso desta fórmula, foi discutida em sala a relação entre aceleração, massa e força sem se preocupar com suas respectivas unidades. Com esta verificou-se um entendimento mais claro a respeito, pois os próprios alunos partir da aula experimental enunciaram corretamente o fenômeno discutido e simultaneamente a relação entre as grandezas envolvidas chegando à formulação adequada. Visto que se verificou um percentual de 84% de respostas adequadas neste questionário ante nenhum no questionário anterior.

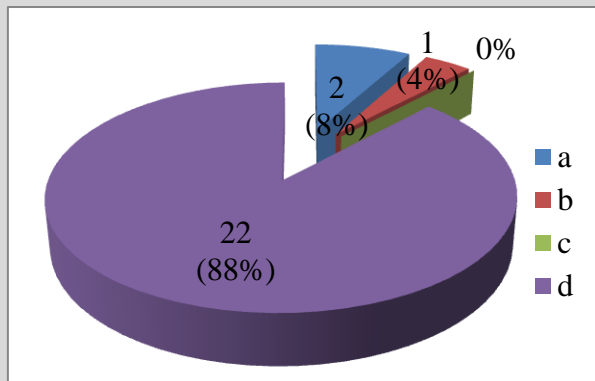
Assim sendo, os objetivos desta questão foram realmente alcançados através da experimentação, da contextualização e aplicação dos fenômenos envolvidos.

Quando comparadas as respostas dos alunos neste questionário e no pré-teste a respeito do Princípio Fundamental da Dinâmica, constatou-se que resultado deste foi muito promissor. Pois mesmo que, anteriormente, os alunos tivessem pouco conhecimento a respeito deste fenômeno, a pesquisa demonstrou que eles conseguiram estruturar adequadamente seus conceitos.

Tabela 5.3.6 – Pergunta 6 do Pós-Teste com o gráfico de respostas

6) Suponha que um carro esteja em movimento e após freia bruscamente. Marque a afirmativa que não represente nenhuma das três leis de Newton presentes nesta situação.

Gráfico 5.3.6: Respostas da pergunta 6 do pós-teste por frequência e percentual



a) (___) A massa do carro e a força de atrito entre os pneus e o solo definem a facilidade/dificuldade de permanecer em repouso ou movimento, por isso é mais difícil movimentar ou parar um caminhão que um fusca.

b) (___) A aceleração no movimento de um veículo depende da quantidade de força exercida e de sua massa. Se um caminhão e um fusca estão acelerados igualmente, é correto afirmar que a força exercida no movimento do caminhão é muito maior.

c) (___) Numa freada, o carro normalmente tende ao repouso, os pneus exercem uma força sobre a pista e a pista exerce uma força em sentido oposto sobre os pneus, onde ocorre o “Princípio da Ação e Reação”.

d) (___) A aceleração no movimento de um veículo não depende da quantidade de força exercida nem de sua massa. Usaríamos a mesma força para movimentar um caminhão ou um fusca em solo plano.

Fonte: Dados da pesquisa organizados pelos autores, 2013.

No gráfico 5.3.6 pôde se constatar que, 8% dos alunos responderam a alternativa “a”, 4% a alternativa “b”, nenhum aluno escolheu a opção “c” e 88% optaram pela resposta correta, escolhendo a alternativa “d”.

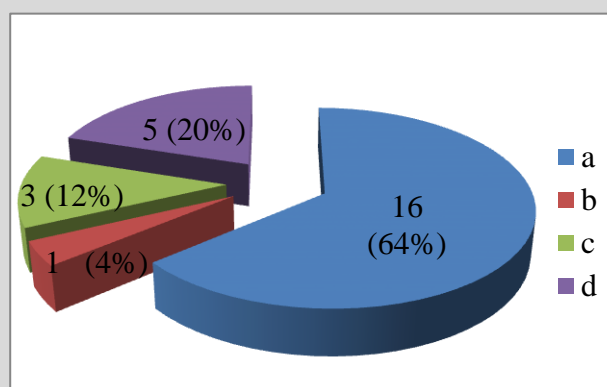
Este questionamento buscou trabalhar um caso em que descreve as “três leis do movimento de Newton” envolvidas. Para averiguar se os alunos realmente tinham se apropriado da ocorrência destes fenômenos e de seus conceitos cientificamente.

A consequência demonstrou-se significativa, implicando numa melhor compreensão dos fenômenos estudados, e, portanto numa construção e reconstrução de seus conceitos por parte dos alunos.

Tabela 5.3.7 – Pergunta 7 do Pós-Teste com o gráfico de respostas

7) Com o experimento iii, sobre o Princípio da Ação e Reação, foi possível verificar que:

Gráfico 5.3.7: Respostas da pergunta 7 do pós-teste por frequência e percentual



a) *Ao surgimento de uma força que movimentou um corpo em uma direção, surge outra força na mesma direção, mas em sentido oposto, que supostamente têm mesma intensidade, tal que, quando uma para a outra também o faz.*

b) *Uma força fez movimentar o carrinho para frente, no entanto nada se movimentou para traz, não havendo oposição de movimentos.*

c) *Este experimento não caracteriza o fenômeno de “ação e reação”, pois sequer houve movimento.*

d) *Ao surgimento de uma força que movimentou um corpo para frente, surge outra que gera movimento também para frente, de supostamente mesma intensidade, pois quando uma para a outra também o faz.*

Fonte: Dados da pesquisa organizados pelos autores, 2013.

Na questão 7, como exposto no gráfico 5.3.7 vê-se que, 64% dos alunos responderam de forma correta a opção “a”, 4% escolheram a alternativa “b”, 12% optaram pela alternativa “c” e 20% marcaram a alternativa “d”.

Com a intenção de analisar o aprendizado dos alunos a respeito do Princípio da Ação e Reação, presente no **experimento iii**, visou-se nesta questão qual a conclusão dos alunos a respeito do fenômeno presente, onde a resposta correta representa o adequadamente este princípio.

Na questão 7 do pré-teste este fenômeno foi enunciado em termos do cotidiano, mas neste aqui no pós-teste, os termos tinham aspectos mais científicos uma vez que objetivava a construção do conceito científico pelos próprios alunos.

Os dados demonstram um aumento de 8% em relação à questão citada, evidenciando o aprendizado a partir do que eles sabiam e da realização do experimento.

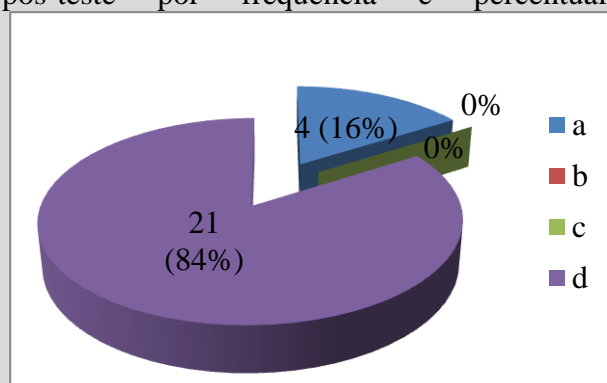
Embora a diferença de percentual não seja tão expressiva, o resultado pode ser avaliado como significativo pelo fato de nesta questão ser enunciado os conceitos científicos e naquela apenas as concepções espontâneas do que ocorre.

Tabela 5.3.8 – Pergunta 8 do Pós-Teste com o gráfico de respostas

8) Conforme a 3ª Lei do movimento de Newton (Princípio da Ação e Reação), quando um corpo exerce uma força sobre outro este exerce uma força contrária de mesma intensidade e direção, mas em sentidos opostos. Isso não implica sempre em movimento de um corpo, ou de dois como no experimento, bem como as forças não se anulam quando aplicadas em corpos diferentes. Identifique a afirmação abaixo que não representa esta lei.

Gráfico 5.3.8: Respostas da pergunta 8 do pós-teste por frequência e percentual

a) Andar.
 b) Empurrar um guarda-roupa.
 c) Parar um carro após frear bruscamente.
 d) Um apagador sobre uma mesa.



Fonte: Dados da pesquisa organizados pelos autores, 2013.

O gráfico 5.3.8 mostra que, 16% dos alunos responderam a opção “a”, nenhum aluno respondeu as alternativas “b” e “c” e 84% escolheram corretamente a alternativa “d”.

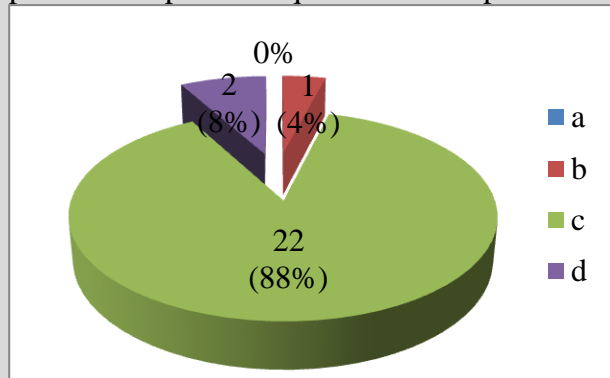
Esta questão também estava contida no pré-teste, sendo a questão 9 do questionário mencionado, mas com uma pequena diferença, pois agora esta pergunta traz apenas uma questão correta. Optou-se por repeti-la com a intenção de verificar se as atividades experimentais influenciaram o senso crítico dos mesmos, para que participem ativamente na concepção dos conceitos científicos envolvidos.

Por fim, verificou-se um aumento de 44% na escolha pela opção correta em relação a esta questão no pré-teste e uma diminuição de 40% na escolha pela resposta errada, mais indicada no pré-teste. Demonstrando que os experimentos e a discussão dos mesmos foram muito eficazes na compreensão deste fenômeno.

Tabela 5.3.9 – Pergunta 9 do Pós-Teste com o gráfico de respostas

9) Na questão 9 do “Questionário Sociocultural e Educacional” todos vocês responderam SIM ao ser indagado se atividades experimentais são importantes no ensino/aprendizagem de Física. Com respeito às atividades experimentais propostas, qualifique o seu grau de satisfação e/ou de compreensão dos conteúdos envolvidos.

Gráfico 5.3.9: Respostas da pergunta 9 do a) () Nenhuma.
pós-teste por frequência e percentual b) () Pouca.



Fonte: Dados da pesquisa organizados pelos autores, 2013.

Esta última questão não discutiu os fenômenos envolvidos no decorrer desta pesquisa, mas sim a qualificação da satisfação e/ou da compreensão dos conteúdos envolvidos, sob a perspectiva dos alunos a respeito das atividades experimentais propostas.

No gráfico 5.3.9 verificou-se que, nenhum aluno classificou sua satisfação e/ou de compreensão como “ruim”, 4% dos alunos classificaram sua satisfação e/ou de compreensão como “pouca”, 88% classificaram como média e 8% como “ótima”.

O resultado demonstrou um grau de satisfação e compreensão significativo, em nível médio, evidenciando que esta proposta foi importante no aprendizado destes alunos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa expõe os resultados da aplicação de uma proposta metodológica utilizando material alternativo na construção de experimentos que tratavam das leis do movimento de Newton e valorizando os conhecimentos prévios ou espontâneos para construção científica.

Para efetivação deste trabalho utilizou-se alunos do 1º ano do Ensino Médio como objeto de pesquisa. Foi aplicado previamente um questionário sociocultural e educacional com o qual se pôde conhecer sinteticamente o atual processo de Ensino de Física destes alunos quanto à estrutura escolar, à atuação do professor em com respeito à contextualização e práticas e a visão dos alunos a cerca da importância da física e de atividades experimentais. Foi aplicado um pré-teste, com este se verificou os conhecimentos prévios (empíricos ou intuitivos) dos alunos a respeito dos fenômenos físicos a ser estudados. Em seguida, houve a intervenção experimental, acompanhada de uma discussão dos conteúdos abordados e por ultimo foi aplicado um questionário de pós-teste como forma de avaliação do aprendizado.

Os experimentos e suas devidas discussões desenvolvidos nesta pesquisa despertaram a atenção e conseqüentemente uma efetiva participação dos alunos, pois mesmo que a prática experimental já fosse uma atividade conhecida, esta tinha enfoque diferente das quais eles costumam participar.

Com a análise do questionário sociocultural e educacional, pôde-se verificar que os alunos envolvidos reconhecem a importância da Física muito além do cumprimento curricular e costumam relacionar a teoria estudada em sala com situações do cotidiano. Conforme afirmações dos mesmos, eles têm aulas contextualizadas, pouca dificuldade no estudo da Física e creem na importância da experimentação no ensino de Física e na possibilidade de realização de atividades práticas em sala de aula, sem laboratórios ou instrumentos sofisticados.

Analisando os dados do pré-teste, a respeito da Lei da Inércia, constatou-se que ao se tratar de situações que são normalmente vistas no dia-a-dia os alunos identificam intuitivamente o que ocorre. No entanto, ao passo que se discute uma mesma situação observando vários fatores onde há existência de forças de atrito o rendimento diminui, sendo que a maioria dos alunos confunde o atrito entre objetos com a resistência do ar.

Após a prática experimental, numa proposição contrária ao experimento, onde se supôs que o objeto (bloco de madeira) usado no experimento estivesse em movimento e fosse entrar em repouso (sobre os lápis presos ou soltos), mais de 90% dos alunos identificaram

corretamente a atuação das forças de atrito. Assim como no pós-teste o percentual de respostas corretas quadruplicou na repetição da questão 3 do pré-teste, embora nesta situação o empirismo possa ter influenciado negativamente, pois a situação descrita nem sempre é demonstrada corretamente induzindo ao erro.

Se tratando do Princípio Fundamental da Dinâmica, no pré-teste averiguou-se que ao se tratar de situações que são normalmente vistas no dia-a-dia os alunos identificam intuitivamente o que ocorre, tal qual ocorreu com o Princípio da Inércia. Mas ao associar estes conhecimentos intuitivos com as aplicações desta lei, nas demais questões/situações descritas o número de respostas corretas caiu consideravelmente. Sendo que nenhum aluno conseguiu relacionar corretamente as grandezas envolvidas, tampouco chegar à formulação matemática adequada para resolução de problemas que discutem este fenômeno.

Após a realização do experimento ii, os alunos conseguiram estabelecer corretamente o conceito do Princípio Fundamental da Dinâmica. Demonstrando que os objetos utilizados neste experimento permitiram que a maioria dos alunos compreendesse a relação entre as grandezas envolvidas e conseqüentemente chegasse à fórmula matemática adequada.

Em relação ao Princípio da Ação e Reação, no pré-teste, verificou-se que ao questionar determinada situação sobre a ocorrência desta lei, explicando qual o sentido das forças de ação e reação, a maioria respondeu corretamente. Observou-se também que um percentual de alunos bem expressivo respondeu, erroneamente, que só há ação no corpo que se movimenta. Na questão 9 verifica-se que os alunos apresentaram muita dificuldade para indicar a ocorrência (ou não) desta lei em situações onde não se descrevem os sentidos de atuação das forças, pois a maioria dos alunos respondeu incorretamente um mesmo caso descrito anteriormente. Na questão 10 constata-se que uma superioridade de alunos consegue descrever uma situação intuitiva, mas demonstram dificuldades em justificá-la em termos da Terceira Lei de Newton.

Constatou-se no pós-teste que o percentual de alunos que conseguiu estruturar corretamente a Terceira Lei de Newton manteve-se semelhante ao percentual de alunos que no pré-teste respondeu corretamente as questões que explicavam qual o sentido das forças de ação e reação. Quanto aos casos em que não foi descrito o sentido das forças de ação e reação, repetindo uma questão do pré-teste (mas desta vez com apenas uma alternativa correta), averiguou-se um aumento de 3 vezes na escolha pela opção correta. Este percentual é muito positivo, pois sugere estes alunos tiveram facilidade de relacionar os conhecimentos novos

discutidos na experimentação com os conhecimentos prévios ou intuitivos de situações semelhantes, ocorrendo Aprendizagem Significativa.

Os resultados aqui discutidos sugerem que a inclusão de aulas práticas com materiais alternativos, a valorização das concepções prévias e espontâneas dos alunos e os conflitos surgidos entre os conhecimentos novos e os anteriores trouxeram efeitos positivos no aprendizado dos alunos participantes da pesquisa. Não só estes fatores, mas a discussão dos fenômenos em questão direcionando-os a sua aplicação ou reconhecimento no cotidiano se fez muito relevante na construção de conceitos científicos, como pôde ser observado no decorrer da mesma. Assim sendo, de modo geral podemos considera-las como atividades fundamentais no ensino/aprendizagem de Física, apoiando as hipóteses iniciais. Observou-se que a realidade sociocultural e educacional destes alunos em relação ao Ensino de Física foi uma condição muito relevante na realização desta pesquisa. Portanto, uma simples repetição destes procedimentos metodológicos não garante um resultado tal qual este encontrado.

Assim como havíamos destacado inicialmente que a praxe pedagógica não pode privilegiar apenas os aspectos formais e teóricos desconhecendo os demais, não sugerimos agora a desconsideração das aulas teóricas. Por outro lado, reforçamos a necessidade de associar ao Ensino de Física aspectos que façam com que a atenção e o interesse dos alunos se voltem para os fenômenos físicos estudados, promovendo melhor participação destes. Tais como, contextualização e aplicação dos fenômenos estudados, valorização das concepções espontâneas e experimentação com materiais alternativos com enfoque cognitivo-construtivista.

Por fim, sugerimos a investigação com semelhante abordagem metodológica de pesquisa, em condições que se possam trabalhar diversos conceitos físicos em uma mesma turma e/ou em diversas turmas os mesmos fenômenos para se chegar considerações mais concretas. Bem como, sugerimos a investigação de aulas contextualizadas e inovadoras com experimento em laboratórios, quando possível, simulações e modelagens computacionais, objetos de aprendizagem, dentre outros.

REFERÊNCIAS

- ALVES, J. P. Atividade experimental: uma alternativa na concepção construtivista. *In: VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*. Águas de Lindóia. 2002.
Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/viii/trabalhos/autores_J.htm>. Acesso em: 07 nov. 2012.
- ANDRADE, J. S. de. **Ensinando as Leis de Newton por meio de oficina**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Naturais) – Faculdade UnB Planaltina, Universidade de Brasília, 2012.
- ARAÚJO, M. S. T. de; ABIB, M. L. V. dos S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 25, n. 2, p.176-194, 02 fev. 2007. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/edicoes.html>>. Acesso em: 03 mar. 2013.
- ARTUSO, A. R. **O uso da hipermídia no ensino de Física**: possibilidades de uma aprendizagem significativa. Dissertação (Programa de Mestrado em Educação) - Setor de Educação da Universidade Federal do Paraná - 2006.
- ASTOLFI, J. P.; DEVELAY, M. A. **A didática das ciências**. Campinas, São Paulo: Papirus, 1990.
- BALIEIRO, A. **Avaliação do Processo Ensino-Aprendizagem**: a concepção dos professores civis e militares da Academia de Polícia Militar Costa Verde – MT. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Educação) – Instituto de Educação da Universidade Federal de Mato Grosso – 2003
- BEZERRA, D. P; *et al.* A evolução do Ensino de Física: Perspectiva Docente. **Revista Scientia Plena**, vol. 5, n. 9, set. 2009.
- BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.
- _____, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.
- CARVALHO, A. M. P. As práticas experimentais no ensino de Física. *In: _____ (coord.) et al. Ensino de Física*. São Paulo: *Cengage Learning*. 2010. p. 53-78.
- COELHO, R. O. **O Uso da Informática no Ensino de Física de Nível Médio**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade Federal de Pelotas – 2002.
- DIOGO, R. C.; GOBARA, S.T. **Sociedade, Educação e Ensino de Física no Brasil**: Do Brasil Colônia a Era Vargas. Trabalho apresentado no XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2007. Disponível em

<<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii/sys/resumos/T0629-1.pdf>>. Acesso em: 07 fev. 2013.

ERROBIDART, H. A. **A utilização de dispositivos experimentais para ensinar ondas.** Dissertação (Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências) – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – 2010.

FLORENTINO, A. **Fundamentos da educação 1.** v.1, Rio de Janeiro: Fundação Cecierj, 2004. 153p.

FORGIARINI, A. M. C. **Construção do conhecimento a partir das concepções espontâneas apresentado por alunos do ensino fundamental sobre o tema digestão.** Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Educação: Química da Vida e Saúde) – Centros de Ciências Naturais e Exatas da Universidade Federal de Santa Maria – 2010.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002

GOMES, L. C.; BELLINI, L. M. Uma revisão sobre aspectos fundamentais da Teoria de Piaget: Possíveis Implicações para o Ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física.** Vol. 31, n. 2, 2301, jun. 2009.

GOUVEIA, M. S. F. **Cursos de ciências para professores de 1º grau:** elementos para uma política de formação continuada. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas. 1992.

GUIMARÃES, E. T. **Psicologia do Desenvolvimento e da Aprendizagem na Adolescência.** Fortaleza: Instituto Universidade Virtual. 2010.

HARTLEY, J. F. Case studies in organizational research. In: CASSELL, C.; SYMON, G. (Ed.). **Qualitative methods in organizational research: a practical guide.** London: Sage, p. 208-229, 1994.

LEOPARDI, M. T. **Metodologia da Pesquisa na Saúde.** Santa Maria: Palloti, 2001.

LIMA, I. B. **Metodologia do Ensino em Física.** Fortaleza: Instituto Universidade Virtual. 2010.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M.E.D.A. **Pesquisa em educação:** abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.p.11-53.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento:** pesquisa qualitativa em saúde. 4.ed. São Paulo: Hucitec- Abrasco,1996. p.19-269.

MOREIRA, M. A. Ensino de Física no Brasil: Retrospectiva e Perspectivas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 22, n. 1, p. 94-99, mar. 2000.

MORTIMER, E. F., Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: Para onde vamos? **Investigações em ensino de ciências**, v.1, n.1, p.20-39, 1996.

NARDI, R. (Org.). **Pesquisa em Ensino de Física**. Série Educação para a Ciência. 3. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2004. ISBN: 85-86303-15-1.

NUNES, A. O. **O Ensino de Óptica no Nível Fundamental**: Uma Proposta de Ensino Aprendizagem Contextualizada para a Oitava Série. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) – Centro de Ciências Exatas e da Terra da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – 2006.

PASCOALOTO, L. G.; BRUNO JUNIOR, V.; LONDERO, L. Uma proposta de ensino das Leis de Newton por meio da leitura de textos. **II Seminário de Socialização do PIBID - UNIFAL-MG**, mai. 2012. Disponível em: <<http://www.unifal-mg.edu.br/sspibid/sites/default/files/file/S02752.pdf>> Acesso em: 31 mar. 2013.

PEDUZZI, S. S.; PEDUZZI, L. O. Q. Leis de Newton: uma Forma de Ensiná-las. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, 142 5 (3): p. 142-161, dez. 1988. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7812>> Acesso em: 31 mar. 2013.

PELIZZARI, A. *et al.*. **A teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel**. Rev. PEC, Curitiba, v.2, n.1, p.37-42, jul. 2001-jul. 2002.

PEREIRA, L. C.; SOUZA, N. A. Concepção e prática de avaliação: um confronto necessário no ensino médio. **Estudos em Avaliação Educacional: revista da Fundação Carlos Chagas**, São Paulo, n. 29, p. 191-208, 2004.

PINHEIRO, J. O. **Experimentos de Física de baixo custo e a construção de conceitos científicos**. Monografia (Licenciatura em Física) - Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Ceará, 2009.

POPKEWITZ, T. S. **Reforma educacional**. Porto Alegre: Artes Médicas. 1997

PORTO, C. M.; PORTO, M. B. D. S. M. Uma visão do espaço na mecânica newtoniana e na teoria da relatividade de Einstein. São Paulo: **Revista Brasileira de Ensino de Física**. vol. 30 nº. 1. 2008.

RODRIGUES, O. R.; CASTILHO, W. S. **A experimentação e o estudo das Leis de Newton**. ISBN 978-85-62830-10-5 VII CONNEPI©2012. Disponível em: <<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/3874/1105>> Acesso em: 31 mar. 2013.

ROSA, C. W.; ROSA, Á. B. Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 4 N°1**. 2005.

SANTOS, W.; SCHNETZLER, R. P. O que significa ensino de Química para formar o cidadão? **Química Nova na Escola**, n. 4, p. 28-34, 1996.

SILVA, I. B. **Uma Pedagogia Multidisciplinar, Interdisciplinar ou Transdisciplinar para o Ensino/Aprendizagem da Física**. Anais do 2º Congresso Brasileiro de Extensão Universitária, Belo Horizonte, MG, 12 a 15 de setembro de 2004.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3. ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.

SOUSA, D. B. **Um curso de ótica baseado em experimentos**. Monografia (Licenciatura em Física) - Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Ceará, 2010.

TALIM, S. L. Dificuldades de Aprendizagem na Terceira Lei de Newton. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 16, n. 2: p. 141-153, ago. 1999. Disponível em: <http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=cbef&cod=_ificuldadesdeaprendizag> Acesso em: 31 mar. 2013.

TAVARES, R. Aprendizagem significativa, codificação dual e objetos de aprendizagem. **IV ESUD – Congresso de Ensino Superior a Distância** – Brasília – maio/2006.

TORRES, C. M. A.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. T. **Física - Ciência e Tecnologia**: v. 1 – 2. ed. – São Paulo: Moderna. 2010

VALADARES, E. C.; MOREIRA, A. M. Ensinando física moderna no segundo grau: efeito fotoelétrico, laser e emissão do corpo negro. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 15, n. 2, 121-135, ago. 1998.

VASCONCELOS, F. H. L. **Aprendizagem mediada pelo computador**. Fortaleza: Instituto Universidade Virtual. 2010.

VESCE NETO, V. **As políticas educacionais e a responsabilidade social na formação do administrador de empresas**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Pontifícia Universidade Católica do Paraná – 2007.

VILLANI, A.; PACCA, J. L. A.; HOSOUME, Y. Concepção espontânea sobre movimento. São Paulo: **Revista de ensino de física**, vol. 7 nº 1, 1985.

_____; _____. O aperfeiçoamento da competência profissional do professor de ciências. *In*: **Encontro Pesquisadores em Ensino de Física**. Águas de Lindóia: Atas. 1996.

VYGOTSKY, L. S. **A Formação Social da Mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

APÊNDICES

Apêndice A – Questionário Sociocultural e Educacional – QSE



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO UNIVERSIDADE VIRTUAL
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
LICENCIATURA EM FÍSICA
ANTÔNIO ARAÚJO DA SILVA



Instituição: _____ **Série:** _____ **Turma:** _____

Turno: _____ **Sexo:** _____ **Idade:** _____ **Data** ____/____/____

1) Você acha que estudar Física é importante para sua vida e para a sociedade? SIM () UM POUCO () NÃO ()

2) Você costuma associar o que você estuda com as situações que ocorrem ao seu redor?

3) Na aula de Física, seu professor costuma exemplificar situações do dia-a-dia, sobre os fenômenos estudados? SIM () AS VEZES () NÃO ()

4) Sua escola tem laboratório de Física?

5) Você usa laboratório de Física se sua escola? Desconsidere, se a resposta anterior for não. SIM () AS VEZES () NÃO ()
SIM () NÃO ()

6) Independente de sua escola ter ou não laboratório de Física, você tem aula prática de Física? SIM () AS VEZES () NÃO ()

7) Sua dificuldade na disciplina de Física é? SIM () AS VEZES () NÃO ()

8) Você acha que seria possível verificar, representar ou discutir sobre os fenômenos físicos que você estuda, através de experimentos com material alternativo (de baixo custo e fácil acesso)? MUITA () MÉDIA ()
POUCA () NENHUMA ()

9) Atividades experimentais são importantes no ensino/aprendizagem de Física? SIM () NÃO ()

SIM () UM POUCO () NÃO ()

10) Você gosta de Física. Explique todos os motivos possíveis que justificam sua resposta.

Obrigado!!!!!!

Apêndice B – Pré-Teste



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO UNIVERSIDADE VIRTUAL
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
LICENCIATURA EM FÍSICA
ANTÔNIO ARAÚJO DA SILVA



Instituição: _____ Série: _____ Turma: _____
Turno: _____ Sexo: _____ Idade _____ Data ____/____/____

As estatísticas indicam que o uso do **cinto de segurança** e o **encosto de cabeça** devem ser obrigatórios para prevenir lesões mais graves em motoristas e passageiros no caso de acidentes.

1) Se no meio de uma viagem o carro está em linha reta, é freado bruscamente e para. O que acontece com o passageiro que, imprudentemente, não está usando cinto de segurança?

- a) Nada, ele simplesmente para juntamente com do carro.
- b) Ele é jogado para trás, pois o carro para inesperadamente.
- c) *Ele continua seu movimento em linha reta até se chocar contra a parte do carro que está a sua frente.*
- d) Ele se choca com a porta mais próxima.

2) Falando sobre a viagem tratada na questão 1, o que você acha que acontece se no momento da frenada brusca a pista estiver molhada e com muita lama?

- a) O carro para rápido, independente da pista está molhada, pois para o mesmo parar só depende da força exercida pelo pé do motorista no freio.
- b) O carro não para, pois a lama anula (impede) a ação dos freios.
- c) O carro só demora parar se os pneus estiverem “carecas”, caso contrário a lama não faz diferença.
- d) *O carro demora parar, pois a lama diminui o atrito entre os pneus e a pista, no entanto essa demora pode ser maior se os pneus estiverem “carecas”.*

3) Uma folha de papel está sobre a mesa do professor. E o apagador está em cima dela. Dando-se, com violência, um puxão horizontal na folha de papel, o que acontece com o apagador? Qual a melhor justificativa para este fenômeno?

- a) Ele se move pouco, por que a resistência do ar é muito alta nesta situação;
- b) Ele não se move, por que a resistência do ar impediu o movimento do apagador;
- c) Ele se move muito, pois a força de atrito entre o papel e a mesa é muito intensa;
- d) *Ele não se move, pois a força de atrito entre o apagador e o papel provoca, no apagador, uma aceleração muito inferior à da folha de papel.*

4) Em supermercados é comum usar carrinho para colocar os produtos que se deseja comprar. A medida que o carrinho vai ficando cheio é preciso exercer mais força para que o carrinho se movimente. Qual afirmativa abaixo justifica este fenômeno?

- a) *A intensidade de força exercida pela pessoa e a massa do carrinho com os produtos são quem definem seu a facilidade/dificuldade deslocamento;*
- b) Quando o carrinho vai ficando cheio, não é preciso exercer mais força para que o carrinho se movimente, pois ele tem rodinhas e elas compensam totalmente a diferença de massa;
- c) Não há relação entre a massa do carrinho e seu movimento;
- d) Não há relação entre a força exercida sobre o carrinho e seu movimento;

5) Com certeza você já deve ter percebido que a Terra nos atrai e é por isso que sempre caímos em direção a ela e não flutuamos. Caso contrário, pense nisso! Na Física, essa força de atração é denominada Gravidade (aceleração), seu valor aproximado é $9,8 \text{ m/s}^2$, mas para facilitar normalmente consideramos que seja 10 m/s^2 . Se uma pessoa está uma balança graduada em Newtons, ou seja, uma balança que mede a massa da pessoa multiplicada pela aceleração ('força' que a Terra atrai os objetos). Você consegue calcular qual a força que uma pessoa de 60kg exerce em uma balança destas, considerando a aceleração como 10 m/s^2 ?

a) Sim. Responda abaixo. Obs: Se não souber a unidade coloque apenas o valor.

b) Não. Tente explicar qual a sua dificuldade nesta questão.

6) Nas duas questões anteriores, ocorre um fenômeno conhecido como Princípio Fundamental da Dinâmica (2ª Lei de Newton). Se você souber defina uma fórmula que relacione as grandezas, Aceleração, Massa e Força e justifique.

a) Sim _____ Justifique: _____

b) Não Sei

7) Ainda pensando na viagem, ou melhor, na freada brusca, discutida nas situações anteriores e representada na imagem abaixo. Se não estiver chovendo como sugerido na questão 2, e o carro estiver com pneus novinhos o que acontece no momento da freada?

- a) O carro para, simplesmente por que a pista exerce uma força sobre os pneus;
 b) O carro para, simplesmente por que os pneus exercem uma força sobre a pista;
 c) O carro para, por que os pneus exercem uma força sobre a pista e a pista exerce uma força igualmente sobre os pneus, porém em sentido oposto.
 d) Ao frear as pneus travam e o carro para por que é uma tendência natural dos objetos.

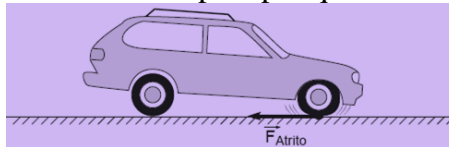


Figura B1.7 – Ilustração do caso descrito na questão 7 do pré-teste

8) Das opções abaixo, qual você acha que melhor representa o que acontece no ato de andar ou correr?

- a) Ao andar (para frente), o pé da pessoa aplica uma força para trás e o solo reage aplicando no pé da pessoa uma força para frente.
 b) Ao andar (para frente), o pé da pessoa simplesmente aplica uma força para trás.
 c) Ao andar (para frente), o solo simplesmente aplica ao pé uma força para frente.
 d) Ao andar (para frente), o pé da pessoa aplica uma força para trás e o solo reage aplicando no pé da pessoa uma força também para trás.

9) Conforme a 3ª Lei do movimento de Newton (Princípio da Ação e Reação), quando um corpo exerce uma força sobre outro este exerce uma força contrária de mesma intensidade e direção, mas em sentidos opostos. Identifique a afirmação abaixo que NÃO representam este princípio.

- a) Andar;
 b) Parar um carro após frear bruscamente;
 c) Um apagador sobre uma mesa

d) () *A mesa exerce sobre o solo e solo uma força contrária sobre a mesa, por isso ela não se mexe, por que estas forças se anulam.*

10) Descreva o que você acha que acontece quando uma pessoa leva um acidente de carro, está usando o cinto de segurança, mas o banco do carro não tem encosto de cabeça.

Obrigado!!!!!!

O pré-teste acima apresenta em itálico as respostas tidas como corretas, porém quando impresso para aplicação não estava assim.

Apêndice C – Pós-Teste



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO UNIVERSIDADE VIRTUAL
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
LICENCIATURA EM FÍSICA
ANTÔNIO ARAÚJO DA SILVA



Instituição: _____ Série: _____ Turma: _____
Turno: _____ Sexo: _____ Idade: _____ Data ____/____/____

As questões abaixo visam avaliar os conceitos científicos construídos ou reestruturados sob suas concepções prévias, espontâneas ou alternativas a partir dos experimentos com materiais alternativos sobre as leis do movimento de Newton desenvolvidos no decorrer desta pesquisa.

SOBRE O EXPERIMENTO I – PRÍNCÍPIO DA INÉRCIA – “ROLAMENTO”

1) **Complete os espaços vazios da frase abaixo com os termos MAIOR ou MENOR de forma que justifique a diferença na dilatação do elástico nas duas situações do experimento e marque a alternativa correta.**

- Com os lápis PRESOS, o atrito entre os lápis e a bloco de madeira é _____ e a força necessária para provocar o movimento do bloco é _____ ocasionando uma _____ dilatação no elástico.
- a) () MAIOR, MENOR, MENOR.
b) () MENOR, MAIOR, MENOR.
c) () MAIOR, MAIOR, MAIOR.
d) () MENOR, MENOR, MAIOR.

2) **Supondo que houvesse um enorme “tapete” de lápis e que com uma determinada força o bloco de madeira estivesse entrado em movimento. Em qual situação ele entraria em repouso em menos tempo? Por quê?**

- a) () Com os lápis presos, pois a diferença de força de atrito não influencia no movimento dos objetos.
b) () Com os lápis soltos, pois assim como uma menor força de atrito facilita o movimento de um objeto também dificulta o repouso.
c) () Com os lápis presos, pois assim como uma maior força de atrito dificulta a entrada de um objeto em movimento também facilita o repouso.
d) () Não há diferença, pois a força de atrito a ser considerado é a do bloco com a mesa (ou local onde os lápis estão em cima), e assim sendo a condição dos lápis é desprezível.

Como visto no experimento a superfície dos objetos têm uma espécie de pequenas “soldas” e seu contato dificulta o movimento e aceleração dos objetos. É compreensível que quanto mais rápido e maior for a força aplicada, mais facilmente estas “soldas” microscópicas são rompidas, assim como quanto maior for estas “soldas”, maior será a força de atrito. E desta forma a força exercida em um corpo tem que ser significativa para causar movimento.

3) **Suponha que uma folha de papel está sobre a mesa do professor. E o apagador está em repouso sob ela. Dando-se, com violência, um puxão horizontal na folha de papel, o que acontece com o apagador? Qual a melhor justificativa para este fenômeno?**

- a) () Ele se move pouco, por que não há nenhum atrito nesta situação;
b) () Ele não se move, por que a resistência do ar entre o papel e o apagador impediu seu movimento;

- c) () Ele entra em movimento, pois a força de atrito entre o papel e o apagador é muito intensa;
- d) () Ele permanece em repouso, pois a força de atrito entre o apagador e o papel provoca, no apagador, uma aceleração muito inferior à da folha de papel.

SOBRE O EXPERIMENTO II – PRINCÍPIO FUNDAMENTAL DA DINÂMICA

Obs.: No experimento ii, para melhor entendimento não foi considerado o atrito entre a mesa (ou da cartolina) e a bola de gude, mas deveríamos considerá-lo se quiséssemos calcular mais precisamente a aceleração que a força aplicada causou a ela.

4) Com o experimento ii foi possível verificar e concluir que:

- a) () A diferença de massa dos objetos sob aplicação de uma mesma força e a diferença de força aplicada sob um mesmo objeto influencia na aceleração do movimento dos mesmos.
- b) () A diferença de massa dos objetos sob aplicação de uma mesma força não influencia no movimento (aceleração) dos mesmos.
- c) () A diferença de força aplicada sob um mesmo objeto não influencia no movimento (aceleração) dos mesmos.
- d) () A aceleração das bolas de gude, foi muito afetada pelo atrito da cartolina e do vento impedindo assim o real entendimento do fenômeno em questão.

5) Considerando que como foi observado, quanto maiores são as forças aplicadas em um objeto maior a aceleração deste e quanto maior for a massa menor será a aceleração, assim sendo, a grandeza ou variável dependente é sempre a aceleração. Não observando o fato de que aceleração e força são grandezas vetoriais. Qual expressão abaixo melhor relaciona ou expressa estas três grandezas?

- a) A resultante das Forças é igual a Aceleração dividida pela Massa do objeto ($F = \frac{a}{m}$);
- b) A resultante das Forças corresponde a Massa do objeto multiplicada pela Aceleração ($F = m \cdot a$);
- c) A Aceleração corresponde a resultante das Forças dividida pela Massa do objeto ($a = \frac{F}{m}$);
- d) A Aceleração corresponde a Massa do objeto dividida pela resultante das Forças ($a = \frac{m}{F}$);

SOBRE O EXPERIMENTO III – PRINCÍPIO DA AÇÃO E REAÇÃO

As três leis do movimento de Newton apesar de serem estudadas em fenômenos separados, na maioria das vezes todas estão presentes em uma mesma situação. O movimento de um carro e/ou sua parada em uma freada é um exemplo que envolve estes três princípios.

6) Suponha que um carro esteja em movimento e após freia bruscamente. Marque a afirmativa que não represente nenhuma das três leis de Newton presentes nesta situação.

- a) () A massa do carro e a força de atrito entre os pneus e o solo definem a facilidade/dificuldade de permanecer em repouso ou movimento, por isso é mais difícil movimentar ou parar um caminhão que um fusca.
- b) () A aceleração no movimento de um veículo depende da quantidade de força exercida e de sua massa. Se um caminhão e um fusca estão acelerados igualmente, é correto afirmar que a força exercida no movimento do caminhão é muito maior.
- c) () Numa freada, o carro normalmente tende ao repouso, os pneus exercem uma força sobre a pista e a pista exerce uma força em sentido oposto sobre os pneus, onde ocorre o “Princípio da Ação e Reação”.

d) A aceleração no movimento de um veículo não depende da quantidade de força exercida nem de sua massa. Usaríamos a mesma força para movimentar um caminhão ou um fusca em solo plano.

7) Com o experimento iii foi possível verificar que:

a) Ao surgimento de uma força que movimentou um corpo em uma direção, surge outra força em direção oposta, que supostamente têm mesma intensidade, tal que, quando uma para a outra também o faz.

b) Uma força fez movimentar o carrinho para frente, no entanto nada se movimentou para traz, não havendo oposição de movimentos.

c) Este experimento não caracteriza o fenômeno de “ação e reação”, pois sequer houve movimento.

d) Ao surgimento de uma força que movimentou um corpo para frente, surge outra que gera movimento também para frente, de supostamente mesma intensidade, pois quando uma para a outra também o faz.

8) Conforme a 3ª Lei do movimento de Newton (Princípio da Ação e Reação), quando um corpo exerce uma força sobre outro este exerce uma força contrária de mesma intensidade e direção, mas em sentidos opostos. Isso não implica sempre em movimento de um corpo, ou de dois como no experimento, bem como as forças não se anulam quando aplicadas em corpos diferentes. Identifique a afirmação abaixo que NÃO representam esta lei.

a) () Andar;

b) () Empurrar um guarda-roupa

c) () Parar um carro após frear bruscamente;

d) () Um apagador sobre uma mesa

9) Na questão 9 do “Questionário Educacional e Sociocultural” todos vocês responderam SIM ao ser indagado se atividades experimentais são importantes no ensino/aprendizagem de Física. Com respeito às atividades experimentais propostas, qualifique o seu grau de satisfação e/ou de compreensão dos conteúdos envolvidos.

a) () Nenhuma ⇔ 0 a 4;

b) () Pouca ⇔ 4 a 6;

c) () Média ⇔ 6 a 8;

d) () Muita ⇔ 8 a 10

Obrigado, pela colaboração. Desejo a todos, sucesso e que reencontremos em um futuro próximo...

ANEXOS

Anexo I – Experimento I (Princípio Fundamental da Inércia)

Objetivo

O experimento visa mostrar que a força de atrito que aparece numa situação de rolamento é muito menor que numa situação de deslizamento.

Tabela do material Necessário

Item	Observações
Duas borrachas escolares	-
Um punhado de lápis	Devem ser roliços. Usamos duas dúzias deles.
Caixa de giz	Trata-se de um daqueles estojos para giz que os professores geralmente usam, mas qualquer objeto de forma, peso e textura similar deve servir.
Algumas borrachinhas de dinheiro	-
Um elástico fino	Os elásticos roliços são os mais sensíveis, mas caso não tenha em mãos, também servirá um chato. Tanto um, como outro podem ser encontrados em lojas de armarinho.
Uma tachinha	Também conhecida como percevejo.

Montagem

Prenda o elástico na caixa de giz usando a tachinha.

Ponha dois lápis, juntos, na parte de dentro de uma borrachinha de dinheiro e dê uma torcida nela como mostra a figura 5.

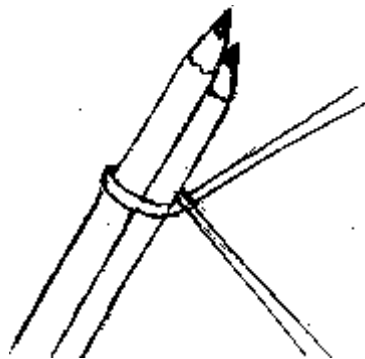


Figura I1 – Indicação de montagem do Experimento I (Rolamento)

Vá repetindo o procedimento anterior até que haja lápis suficientes para que o elástico fique esticado e prenda todos.

Prenda as outras extremidades dos lápis com outra borrachinha de dinheiro, trançando-a dois a dois lápis.

Deixe o "tapete" que você fez sobre uma mesa, e ponha por cima dele a caixa de giz.

Puxe o elástico até a iminência do movimento observando sua dilatação.

Solte as borrachinhas dos lápis.

Espalhe os lápis sobre a mesa e os alinhe deitados um ao lado do outro.

Ponha uma borracha escolar no começo e outra no final da fileira de lápis para que não caiam da mesa.

Coloque a caixa de giz sobre os lápis espalhados.

Puxe o elástico até a iminência do movimento da caixa e então verifique o quanto o elástico esticou.

Compare a primeira dilatação com a segunda.

Esquema de montagem

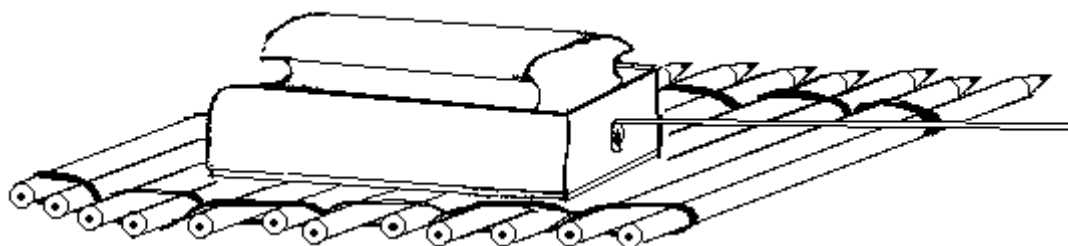


Figura I2 – Esquema de montagem e realização do Experimento I (a)

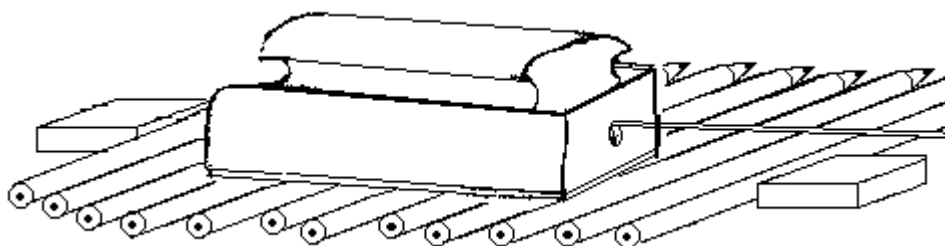


Figura I3 – Esquema de montagem e realização do Experimento I (b)

Fonte: Projeto Experimentos de Física com Materiais do Dia-a-Dia - UNESP/Bauru
Disponível em: <<http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/mec25.htm>> Acessado em 07/03/13.

Obs.: O experimento descrito acima não está tal qual o texto da fonte referenciada, pois foi escrito conforme necessidades dos autores desta pesquisa.

Anexo II – Experimento II (Princípio Fundamental da Dinâmica)

Objetivo

O experimento busca evidenciar o conceito da 2ª Lei de Newton ou Princípio Fundamental da Dinâmica, o qual afirma que a aceleração de um corpo é diretamente proporcional a resultante de todas as forças aplicada a ele e inversamente proporcional a sua massa, sendo dirigida ao longo da resultante das forças, expressa analiticamente por $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$, sendo \vec{a} e \vec{F} grandezas vetoriais.

Material Necessário

Uma balança que “pesa” em mg (ou medir previamente a massa dos objetos necessários);
Duas bolas de gude com massas diferentes;
Catapulta feita com uma régua resistente e uma base de madeira ou pedra;
Um pedaço de cartolina;
Um pincel (ou caneta);

Procedimentos

Parte 1: aplicar forças iguais em objetos de massa diferente, com o objetivo de verificar o que ocorre com a aceleração no movimento destes objetos.

Meça a massa das duas bolas de gude (devem ter diferença maior que tripla).

Construa previamente uma catapulta com uma régua (ou outro material resistente) e uma base com um bloco de madeira ou pedra.

Demarque na cartolina três ou mais riscos de mesma distância, próximo a uma lateral.

Apoie a base da catapulta de modo que a régua fique sob um risco demarcado na cartolina.

Puxe a ponta solta da régua até ficar sob outro risco demarcado na cartolina.

Coloque uma bola de gude na frente da régua, solte a régua e observe a aceleração no movimento deste objeto.

Repita o processo anterior, mas dessa vez usando a outra bola de gude e observe novamente a aceleração no movimento deste objeto.

Faça questionamentos com os alunos a respeito deste fenômeno, fazendo com que os mesmos direcionem seu aprendizado para o conceito da Segunda Lei de Newton.

Parte 2: aplicar forças diferentes em um mesmo objeto, com o objetivo de verificar o que ocorre com a aceleração no movimento deste objeto.

Escolha uma das bolas de gude, repita o processo anterior e observe a aceleração no movimento deste objeto.

Lembre que foi sugerido três ou mais riscos na cartolina. Agora puxe novamente a ponta da régua e coloque em cima de um risco diferente do anterior, coloque a bola de gude na frente, solte a régua e observe a aceleração no movimento deste objeto.

Comentários nossos: E finalmente discuta com seus alunos a respeito deste fenômeno, de modo que este se aproprie completamente e corretamente do fenômeno e do conceito da Segunda Lei de Newton.

Fonte: Experimento do vídeo de Rafaela Torres de Freitas sobre a Segunda Lei de Newton.

Disponível em: < <http://www.youtube.com/watch?v=KdOoX9Gq3ns> > , Acessado em: 02 de maio 2013.

Obs.: O experimento descrito acima não é a transcrição da fala da autora do vídeo referenciado, pois foi escrito conforme necessidades dos autores da pesquisa.

Anexo III – Experimento III (Princípio da Ação e Reação)

Proposta Experimental

Nesta proposta experimental pode se observar o Princípio da Ação e Reação.

Material Necessário:

Um balão de festa;
Um carrinho de brinquedo, de plástico; e
Fita-crepe dupla face.

O carrinho se movimentará impulsionado pelo ar ejetado do balão de festa.

Procedimentos

Fixe um pedaço de fita-crepe dupla face na capota do carrinho de brinquedo.
Retire a película protetora para tornar adesiva a face exposta.
Posicione o carrinho num chão liso.
Encha o balão de festa e segure a boca do balão para impedir a saída do ar.
Posicione o balão, contra a fita adesiva de modo a fixá-lo sobre capota do carrinho.
E por último, solte a boca do balão e deixe o ar escapar.

Comentários nossos: Agora é só fazer os questionamentos necessários para que o aluno compreenda a 3ª Lei de Newton.

REFERÊNCIA DO EXPERIMENTO

TORRES, C. M. A.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. T. **Física - Ciência e Tecnologia:** v. 1 – 2. ed. – São Paulo: Moderna. 2010.

Obs.: O experimento descrito acima não está tal qual o texto contido no livro referenciado, pois foi reformulado conforme necessidades dos autores da pesquisa.