



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO UFC VIRTUAL
LICENCIATURA EM FÍSICA**

IKARO COSTA DE LIMA

**O USO DE EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO NA PRIMEIRA SÉRIE DO
ENSINO MÉDIO EM PARTICULAR NOS CONCEITOS BÁSICOS DAS TRÊS LEIS
DE NEWTON.**

BEBERIBE

2015

IKARO COSTA DE LIMA

O USO DE EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO NA PRIMEIRA SÉRIE DO
ENSINO MÉDIO EM PARTICULAR NOS CONCEITOS BÁSICOS DAS TRÊS LEIS DE
NEWTON.

Monografia submetida à Coordenação do Curso de
Licenciatura em Física Semipresencial, da
Universidade Federal do Ceará, como requisito
parcial para a obtenção do grau de Licenciado em
Física.

Orientador: Prof. Me. Ronaldo Glauber Maia de
Oliveira

BEBERIBE

2015

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

-
- L698u Lima, Ikaró Costa de
 O uso de experimentos de baixo custo na primeira série do Ensino Médio em particular nos conceitos básicos de três leis de Newton / Ikaró Costa de Lima. – 2015.
 43 f. : il. color.
- Monografia (Graduação em Física) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Física, Instituto UFC Virtual, Curso de Licenciatura em Física Semipresencial, Beberibe, CE, 2015.
 Orientação: Prof. Me. Ronaldo Glauber Maia de Oliveira.
 Área de concentração: Ensino de Física.
 Inclui bibliografia e anexos.
1. Física - estudo e ensino. 2. Física experimental (Ensino Médio). 3. Newton, leis de.
 4. Didática. 5. Estratégias de aprendizagem. I. Oliveira, Ronaldo Glauber Maia de. II. Título.

CDD 530.07

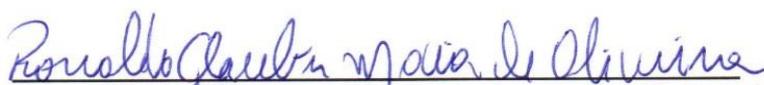
IKARO COSTA DE LIMA

**O USO DE EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO NA PRIMEIRA SÉRIE DO
ENSINO MÉDIO EM PARTICULAR NOS CONCEITOS BÁSICOS DAS TRÊS LEIS
DE NEWTON**

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Física Semipresencial, da Universidade Federal do Ceará- Instituto UFC Virtual, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Física.

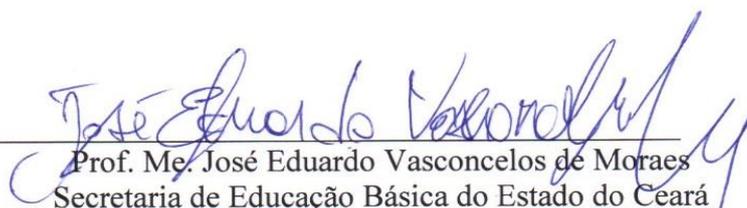
Aprovada em: 27/11/2015.

BANCA EXAMINADORA


Prof. Me. Ronaldo Glauber Maia de Oliveira (Orientador)
Secretaria de Educação Básica do Estado do Ceará



Prof. Dr. Múcio Costa Campos Filho
Universidade Federal do Ceará


Prof. Me. José Eduardo Vasconcelos de Moraes
Secretaria de Educação Básica do Estado do Ceará

Dedico este trabalho aos meus pais, Antonio e Maria;
ao meu irmão, Itallo, e a todos os familiares e amigos
que acreditaram em mim.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por estar presente em todos os momentos de minha vida, me protegendo de todos os males e me dando sabedoria, inteligência e força de vontade para chegar a esse momento tão especial da minha vida. Com todo carinho e amor aos meus pais, Antonio Ferreira de Lima, minha mãe, Maria Costa de Lima, e ao meu irmão Itallo Costa de Lima, pelo incentivo e motivação.

Ao professor orientador, Ronaldo Glauber Maia de Oliveira, pela excelente orientação.

Aos colegas de turma, Francisco de Assis, Jocélio Gomes, Marília de Queiroz, Mauricio Lino, Jane Lane, Anacleto Fernandes, José Wellington e ao caro colega e tutor José Cleilson de Moura Souza, que contribuíram durante essa caminhada.

“Existe uma coisa que uma longa existência me ensinou: toda a nossa ciência, comparada à realidade, é primitiva e inocente; e, portanto, é o que temos de mais valioso.”

(Albert Einstein)

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo investigar o aprendizado de alunos da 1ª (primeira) série do Ensino Médio, em aulas com o uso de experimentos de baixo custo no ensino de Física, sendo estes direcionados aos conceitos básicos das Leis de Newton. A formação dos alunos do Ensino Médio (EM) tem passado a ser vista de modo diferente nos últimos anos, pois a meta de muitas escolas e professores é fazer com que os alunos passem a ter maior interação, motivação e melhores resultados. Assim, nesse trabalho, usou-se estratégias para adicionar experimentos de baixo custo às metodologias de ensino de Física. Duas metodologias foram aplicadas nesse trabalho. A metodologia tradicionalista, sendo a utilização de quadro branco e pincel com exposição verbal do conteúdo, sem nenhuma participação do aluno durante a aula; e a metodologia Construtivista, onde o aluno participa ativamente do próprio aprendizado, mediante a experimentação do tipo, dialogada e com demonstrações práticas. As análises foram feitas com a elaboração de um questionário que foi aplicado aos alunos de duas turmas de primeiro ano. Assim após a avaliação, houve a comparação dos resultados que foram analisados através de percentuais de acertos utilizando gráficos, buscando comprovar que o uso de experimentos de baixo custo facilitou o entendimento de conceitos básicos da Física, no caso desse trabalho, as Leis de Newton.

Palavras chaves: Ensino médio, Aprendizado, Experimentos.

ABSTRACT

The present paper aims to investigate the learning of students of the first (1st) grade of secondary school, in classes with use of low cost experiments in the teaching of physics, latter being directed the basic concepts of Newton's Laws. The formation of high school students (HS) has come to be seen in a different way in the last years, because the goal of many schools and teachers is to make students come to have greater interaction, motivation and better results. Thus, in this work, it uses of these strategies for adding low-cost experiments at methodologies of teaching of Physics. Two methodologies were applied in this work. The methodology traditionalist, as being the use of whiteboard and paint brush with verb exposure of the content, without any participation of the student during class; and methodology Constructivist, where the student participates actively in the apprenticeship itself, by means of the experimentation type, through dialogue and practical demonstrations. The analyzes were made with the preparation of a questionnaire that it was applied to students of two classes of first-year classes. So after evaluation, compare the results were analyzed by percentages of correct answers utilizing graphics, where it was sought to confirm the use of low-cost experiments facilitates the understanding of basic concepts of physics, in the case of this work, Newton's Laws.

Key words: High school, Learning, Experiments.

LISTA DE GRÁFICOS E TABELAS

Gráfico 1 - Turma Tradicional.....	36
Gráfico 2 - Turma Construtivista.....	37
Gráfico 3 - Comparativos de acertos	38
Tabela 1 - Quantidade de alunos que acertaram a questão.....	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Princípio da inércia	23
Figura 2	- Princípio da inércia	23
Figura 3	- Corpo em movimento uniforme	23
Figura 4	- Força e movimento	24
Figura 5	- Força e movimento	24
Figura 6	- Ação e reação.....	25
Figura 7	- Ação e reação.....	25
Figura 8	- experimento 1 (carrinho + bola)	31
Figura 9	- experimento 1 (montagem completa)	31
Figura 10	- experimento 2 (montagem completa)	32
Figura 11	- experimento 2 (montagem completa)	32
Figura 12	- experimento 3 (carrinho com massa normal)	33
Figura 13	- experimento 3 (carrinho com massa aumentada)	33
Figura 14	- experimento 3 (montagem completa)	33
Figura 15	- experimento 4 (montagem completa)	34
Figura 16	- experimento 4 (montagem completa)	34

LISTA DE SÍMBOLOS E VARIÁVEIS

Σ = soma

F = Força

a = aceleração

\vec{F}_{res} = Força resultante

m = massa

a = aceleração

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	JUSTIFICATIVA	16
3	OBJETIVOS	18
4	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	19
4.1	Delimitação do conteúdo.....	22
4.1.1	<i>1ª Lei de Newton</i>	<i>22</i>
4.1.2	<i>2ª Lei de Newton</i>	<i>24</i>
4.1.3	<i>3ª Lei de Newton</i>	<i>24</i>
4.2	Contextualização.....	25
5	METODOLOGIA.....	30
5.1	Experimentos realizados.....	30
5.1.1	<i>Experimento 1 (1ª Lei de Newton)</i>	<i>30</i>
5.1.2	<i>Experimento 2 (1ª Lei de Newton)</i>	<i>31</i>
5.1.3	<i>Experimento 3 (2ª Lei de Newton)</i>	<i>32</i>
5.1.4	<i>Experimento 4 (3ª Lei de Newton)</i>	<i>34</i>
5.2	Avaliação com questionário.....	35
6	RESULTADOS	36
6.1	Análise 1	36
6.2	Análise 2	37
6.3	Análise 3	38
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	40
	REFERÊNCIAS	41
	ANEXO A - QUESTIONÁRIO	42

1 INTRODUÇÃO

Durante o curso de licenciatura em Física, obtivemos a oportunidade de trabalhar em salas de aula, e vermos como realmente os alunos se comportam e qual o melhor caminho de passar conhecimento, e fazermos com que eles tenham uma melhor participação, comportamento e absorção do conteúdo aplicado.

Você sabe que não pode se divertir em um jogo a menos que conheça suas regras, seja ele um jogo de bola, um jogo de computador ou simplesmente uma brincadeira em uma festa. Da mesma forma, você não pode avaliar direito tudo o que o cerca até que tenha compreendido as leis da natureza. A física é um estudo dessas leis, que lhe mostrará como tudo na natureza está maravilhosamente conectado. Assim, a principal razão para estudar a física é aperfeiçoar a maneira como se enxerga o mundo. (HEWITT, 2002, p.9).

Para os alunos do Ensino Médio a física é um bicho de sete cabeças, cabendo aos professores encontrar métodos de ensino que seja atraente e proveitosa. Pensando nisso, tivemos a ideia e oportunidade de utilizar experimentos em sala de aula. Mas como fazer experimentos, se a escola não possui materiais suficientes? Pensar em experimentos com materiais de baixo custo foi minha primeira ideia, então colocar a aula de experimentos em prática ficou mais fácil. Mas aí com essa aplicação em sala de aula surgem várias outras perguntas. Será que esse método experimental é mais proveitoso do que o método tradicional? Como será o aprendizado dos meus alunos? A aula vai render? Baseado nessas perguntas veio à ideia de se fazer o trabalho de conclusão de curso baseando-se no uso de experimentos com materiais de baixo custo no ensino de física com aplicação nas três leis de Newton. Através da pesquisa pôde-se identificar e mostrar qual a melhor forma de gerar aprendizado. Então, através de pesquisas e aplicação dos métodos de ensino chegou-se a uma conclusão que só foi possível devido a muito esforço, estudo, boa aplicabilidade; avaliando, colhendo e comparando os dados de cada turma, fortalecendo assim as pesquisas.

A utilização de experimentos em sala de aula pode ser classificada como uma forma de aprendizagem ativa. O conceito de aprendizagem ativa é amplo e envolve basicamente técnicas de ensino não tradicionais e que normalmente utilizam tarefas curtas e objetivas, que juntas podem até constituir um projeto mais extenso. A aprendizagem ativa implica em um processo no qual os alunos estejam descobrindo, processando e aplicando informações e não apenas ouvindo o professor ou lendo slides projetados na sala de aula. (D'ANGELO, ZEMP, 2014)

Essa citação acima fortalece o pensamento a respeito da aplicação de experimentos em sala de aula. Sair do tradicionalismo é uma das formas que torna o alunado mais envolvido, e o contato com objetos prova para eles que o conteúdo não é em vão, mas que tem uma grande importância e funcionalidade em nossa realidade.

De acordo com Barreiro e Bagnato (1998)

Há vários anos este tipo de despertar era introduzido no curso secundário através das chamadas aulas demonstrativas, onde as explicações e argumentos teóricos dos conceitos básicos da ciência eram exemplificados e demonstrados. Infelizmente isto não é feito mais e os estudantes chegam à Universidade achando que os conhecimentos básicos em ciência não passam de um mero exercício acadêmico e só existem nos livros, nada tendo a ver com a vida real. (BARREIRO, BAGNATO, 1998, p.238-234)

Seguindo o pensamento de Barreiro e Bagnato realmente não é comum encontrar instituições que busquem usar experimentos em sala. Não levar a realidade do conteúdo o torna um simples exercício acadêmico. Tirar os alunos da “rotina” é um dos principais métodos de gerar aprendizado, e como fazer isso? Bem é para isso que se busca como objeto de pesquisa experimentos de baixo custo, para que nas aulas aproxime o fenômeno físico à vida diária do aluno. Instigar o aluno a participar e buscar o conhecimento além da sala de aula é considerado uma consequência de aplicação de experimentos.

2 JUSTIFICATIVA

O ensino da física tem sido preocupação de muitos docentes, os alunos mostram desestímulo, falta de atenção e, por fim, desinteresse em aprender os conhecimentos básicos dessa disciplina, pois infelizmente a forma que muitos professores lecionam a Física atualmente se limita apenas à resolução de problemas e exercícios.

De acordo com Gil Pérez (1999) “as atividades experimentais ainda são apontadas como uma forma de contribuir para uma melhor aprendizagem no ensino de Ciências”.

Pensando nisso, a proposta desse trabalho é trazer essa visão do uso de experimentos de baixo custo na disciplina de física no Ensino Médio. Ou seja, aulas práticas e demonstrativas usando materiais de baixo custo, como alternativa metodológica para o ensino de Física. E assim poder notar que, usando esses recursos podemos tornar conteúdos mais simples de serem compreendidos como as leis de Newton. E mostrar que na atividade de laboratório, e com o uso da experimentação o aluno vai se sentir mais motivado dentro de sala, despertando seu interesse e por fim gerando um aprendizado satisfatório.

Uma das dificuldades que existem nas escolas e que limitam o uso de experimentos por parte dos professores é a disponibilização de laboratórios. E até mesmo quando a escola possui ambientes propícios ao uso de experimentos, o mesmo não possui recursos e materiais suficientes por terem valores elevados e a escola não disponibilizar de verba suficiente para adquiri-los. Muitos se encontram em péssimo estado de conservação, sem controle de materiais, não há espaço disponível para todos os alunos. Tudo isso tem sido analisado nos últimos anos e tido como causa da falta do uso do laboratório nas escolas.

Procurando amenizar essas causas da não execução de aulas experimentais, é possível chegar a uma ideia que possibilite a execução de atividades práticas através da construção de experimentos elaborados com materiais simples, baratos e fáceis de se adquirir os conhecidos como experimentos de baixo custo, garantindo um acervo de materiais básicos aos laboratórios e que facilitam a realização de trabalhos experimentais em sala de aula.

Quando utilizamos materiais de baixo custo nas demonstrações de conceitos da Física, estamos tornando capaz aplicar com êxito experimentos sem a necessidade exclusiva da escola, pois esses recursos, como o próprio nome já diz, são de fácil acesso, através da reutilização de materiais, tornando possível que alunos também tenham contato com o experimento, podendo desenvolver em sua casa ajudando até mesmo ao meio ambiente. Então, ao utilizar esses tipos de experimentos não estamos inventando algo que possa funcionar, ou

ganhar tempo, mas sim de criar, aproveitando características que desafiem os alunos, tornando-os mais curiosos, despertando um maior interesse e capacidade de adquirir novas ideias.

Quando o professor estiver aplicando o conteúdo sobre as três leis de Newton, que são leis que podemos perceber facilmente em nosso cotidiano, mas que ainda poucos alunos tem essa capacidade de perceber e de notar esses acontecimentos. Então isso acaba prejudicando a ciência em si, a falta de observação, o não despertar da curiosidade acaba fazendo com que as gerações passem por despercebidas em relação a esse importante conteúdo da física. Então ao utilizar experimentos relacionados a essas leis, busca tornar a mente dos alunos mais aberta em relação aos acontecimentos do cotidiano, aumentando suas capacidades, de inventar, observar e criar ideias. Dessa forma, as leis terão maior aplicabilidade na concepção dos alunos, e eles passam a ter capacidade de divulgar seus pensamentos, criando discussões e ensinando, comentando para outros amigos, tendo uma grande contribuição para o estudo das ciências.

Ao realizar o uso de experimentos no conteúdo das três leis de Newton, o professor poderá chegar a conclusões e assim trabalhar com elas. Essas conclusões fazem com que se passe a ter noção da diferença entre o ensino tradicional e o de uso de experimentos de baixo custo, fazendo um paralelo entre as formas de ensino e assim passe se a utilizar os meios de maior aproveitamento em sala de aula. Ao se tratar de materiais de baixo custo, irá abranger novas metodologias, não tendo necessariamente que depender de recursos da escola para poder trabalhar aulas práticas.

3 OBJETIVOS

Portanto, o presente trabalho tem como objetivo geral investigar o aprendizado de alunos da 1ª (primeira) série do Ensino Médio, em aulas com o uso de experimento de baixo custo no ensino de Física, sendo estes, direcionados aos conceitos básicos das Leis de Newton. Os objetivos específicos foram estabelecidos em:

- a) Analisar o uso de experimentos de baixo custo como ferramentas auxiliares no ensino de Física;
- b) Fazer um paralelo entre o ensino tradicional e o construtivista buscando uma metodologia diferenciada das tradicionais para tornar o aprendizado atraente comparando com o método tradicional;
- c) Desenvolver no aluno capacidade de relacionar fenômenos da Física com o cotidiano;
- d) Entender os conceitos básicos das leis de Newton relacionando-as ao seu dia a dia.

As análises foram feitas através de um paralelo entre os tipos de ensino, comparando duas turmas da primeira série do Ensino Médio. Em uma das turmas foi aplicada uma aula tradicional sobre as três leis de Newton e na outra uma aula utilizando experimentos de baixo custo, também sobre as três leis de Newton. Após a exposição foi feita uma avaliação e os resultados foram comparados.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Física é uma ciência experimental. Portanto, em um curso de física é de extrema importância que as atividades experimentais sejam contempladas, uma vez que, em princípio, envolvidos em práticas dessa natureza, os alunos exercitam a sua curiosidade em saber os resultados. Portanto, documentos como os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCNs, constituem um destacável instrumento criado pelo Ministério da Educação, tendo como função orientar os educadores em suas práticas pedagógicas. O referido documento espera que o ensino de Física, na escola média, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, na qual o indivíduo desenvolva a interpretação de fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da mesma em transformação. 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. As Diretrizes Curriculares de Física para a Educação Básica do Estado do Paraná (SEED, 2008), consideram fundamental que o professor compreenda o papel dos experimentos na ciência, no processo de construção do conhecimento científico. Essa compreensão determina a necessidade (ou não) das atividades experimentais nas aulas de física.

É importante ressaltar que o ensino de física possui estratégias que visam sempre a melhor compreensão do conteúdo. De acordo com os PCNs e a SEED (2008), citados anteriormente, é através da implementação do estudo de situações do dia a dia e exercícios de interpretação feitos sobre experimentos que irão determinar o grau de absorção de conteúdos. O professor deve usar sempre uma prática pedagógica que exercite esses princípios referentes ao uso de experimentos.

“[...] assegurar que a competência investigativa resgate o espírito questionador, o desejo de conhecer o mundo que se abita. Não apenas de forma pragmática, como aplicação imediata, mas expandindo a compreensão do mundo, a fim de propor novas questões e, talvez, encontrar soluções. Ao se ensinar Física deve-se estimular as perguntas e não somente dar respostas a situações idealizadas.” (BRASIL, 2006, p. 53)

A ideia principal segundo estes autores é fazer com que os alunos não tivessem somente o conhecimento dos conteúdos e sim, passassem a ter noção da aplicação da teoria no dia a dia. Dessa forma, a atividade prática iria incentivar o aprendizado, e, por conseguinte, aumentar o grau de conhecimento. É comum o ingresso de alunos nas escolas de ensino médio que apresentam certo grau de ansiedade em relação a quantidade de novas disciplinas que não costumavam ver no ensino fundamental. A física é uma delas. Por ter fama de

complicada e chata esta disciplina já desmotiva muitos dos alunos, causando certo bloqueio, dificultando ao professor encontrar estratégias de ensino, e, assim, causando nos alunos desinteresse e dificuldade no aprendizado.

Fazendo uma análise desses problemas enfatizados acima, muitos professores pensaram em estratégias que tornassem a aula de física um momento prazeroso, onde o aluno tivesse outro olhar sobre esta disciplina, envolvendo-os e deixando-os ver o conteúdo não só como um obstáculo, e sim como algo essencial e indispensável no cotidiano, levando situações reais, mas de forma experimental. Fazendo essa alteração na forma de ensino foi possível notar que levar experimentos no ensino da física é fundamental para o ensino-aprendizagem, pois ajuda o aluno a construir seu próprio conhecimento.

Entende-se que uma maneira de fazer com que os alunos tenham maior desempenho nas aulas de física seja na forma como sugere Giordan (1999), que considera ser consenso que a experimentação desperta interesse entre os alunos, independentemente do nível de escolarização, uma vez que esta tem caráter motivador, lúdico, vinculado aos sentidos. Em decorrência disso, a experimentação pode aumentar a capacidade de aprendizado.

Pinho-Alves (2000) argumenta que antes do IBCEC (Instituto Brasileiro de Educação, Cultura e Ciências) assumir a produção de material instrucional de ciências, as atividades experimentais, no Brasil, eram basicamente realizadas pelo professor de maneira demonstrativa, pois o acervo dos laboratórios didáticos eram restritos e de custo elevado para a manutenção e reposição. Galiazzi *et al.* (2001) colocou em destaque que embora os professores acreditem que o uso de experimento em salas de aula possam transformar o ensino de Ciências, as atividades experimentais deixam de ser frequentes nas escolas, devido a inexistência de laboratórios, e aquelas que os possuem, não têm recursos para mantê-los. Dessa forma é possível chegar à conclusão de que executar uma aula com experimentos requer muitos processos, desde o planejamento até o momento de executar na sala de aula, onde um dos problemas mais enfrentados está na disponibilidade desses experimentos. Em muitas escolas o material de laboratório é limitado e isso sem dúvidas é um grande problema. No entanto, muitos professores passaram a executar experimentos montados por eles mesmos e pelos próprios alunos na sala de aula. Essa estratégia envolve materiais de baixo custo, ou seja, materiais reaproveitados, baratos e tendo seu custo bem reduzido.

De acordo com Valadares (2001), a inclusão de protótipos e experimentos simples em nossas aulas tem sido um fator decisivo para estimular os alunos a adotar uma atitude mais empreendedora e a romper com a passividade que, em geral, lhes é subliminarmente imposta nos esquemas tradicionais de ensino. Os projetos que temos priorizado utilizam basicamente

materiais reciclados e de baixo custo. Isto torna os projetos acessíveis a todas as escolas, especialmente aquelas carentes de recursos financeiros.

Dessa forma fica claro que a utilização de experimentos de baixo custo é a forma mais clara de quebrar o ensino tradicional, pois as aulas práticas não serão deixadas de ser executadas devido a falta de recursos. Afinal, tratando-se de materiais de fácil acesso, tanto o professor como os alunos podem contribuir, tornando a escola acessível as aulas experimentais. Assim, a mudança de metodologia faz com que o ensino de física seja mais simples para a transmissão de conhecimentos, havendo uma interação dos alunos contribuindo no processo de aprendizado.

Quando se utiliza experimentos em sala de aula a ideia é trazer o conteúdo da teoria para ser mostrado na prática, ou seja, a maneira que os alunos podem associar o conteúdo estudado com os acontecimentos do dia a dia. Para Valadares (2001), quanto mais simples e conceitual é o experimento ou protótipo, tanto mais instrutivo e atraente ele se torna. Em outras palavras, cabe ao professor encontrar métodos, didáticas que sejam capazes de instigar os alunos, procurando maneiras mais simples de executar a prática. Uma das formas é utilizar o mínimo possível de materiais e de custos, deixando-os colocar o experimento em prática e encontrar as próprias soluções, e, assim, construir os próprios conhecimentos.

Nesse sentido, a presente pesquisa consistiu em fazer uma investigação sobre o uso de experimentos de baixo custo nas aulas de física do Ensino Médio. A mesma será executada em uma Escola Pública Estadual no distrito de Sucatinga, em Beberibe, Ceará.

A partir de tudo o que foi apresentado acima, foram surgindo muitas dúvidas quanto ao ensino de física nas escolas de Ensino Médio e estas são: Como as escolas se comportam perante uma aula prática? As mesmas promovem capacitações para professores, voltados ao uso do laboratório escolar? Os recursos que a escola dispõe são suficientes para todo o conteúdo de física do Ensino Médio? Qual a maior dificuldade para o professor executar uma aula prática? Alguma vez já deixou de executar uma aula prática porque a escola não tinha recursos disponíveis? Os professores utilizam experimentos com material de baixo custo? Quais benefícios o uso desses materiais traz para a escola e para as aulas de física? Qual a diferença de fazer uma aula tradicional e uma aula experimental? Os alunos se comportam de forma diferente? E qual a conclusão que o professor tem quando executa uma aula no laboratório? O uso de experimentos com materiais de baixo custo facilita o planejamento e a execução de uma aula prática?

Tomando como base essas questões é fácil fazer um paralelo entre o ensino tradicional e o experimental, verificando as dificuldades em executar uma aula prática e a solução mais óbvia para essas dificuldades. Também é importante ressaltar que o uso de experimentos de baixo custo torna possível uma aula dinâmica, ou seja, o professor não se limita por não ter condições e recursos para promover sua aula, e ainda pode interagir com os alunos para que os mesmos também sejam capazes de criar os próprios experimentos, através da reutilização de materiais, com gastos mínimos possíveis.

Essa pesquisa visa também ir além da aplicação das aulas pelos professores. A principal meta é coletar dados que mostrem a real diferença de desempenho feita pelos alunos, a análise de comportamentos quanto aos dois tipos de didáticas.

Dessa forma a importância da pesquisa está em mostrar a funcionalidade de utilizar experimentos nas aulas de física no Ensino Médio, e saber se realmente a aplicação de aulas práticas satisfazem o grau de absorção de conteúdo, se há realmente um melhor desempenho na participação, motivação dos alunos. E também mostrar que quando se trata de experimentos envolvendo materiais de baixo custo, as aulas se tornam possíveis de serem realizadas, pois não dependem de muitos recursos de valores e de difíceis acessos, bem como a importância que tem esses materiais, pois os alunos também podem ter acesso aos mesmos, além de estar colaborando com meio ambiente, pois para criar esses experimentos é preciso também reutilizar muitos materiais.

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM), o conhecimento da Física deve ser entendido, sobretudo, como um meio, um instrumento para a compreensão do mundo, podendo ser prático, mas permitindo ultrapassar o interesse imediato. Dessa forma o aluno passará a compreender a presença dessa ciência no seu cotidiano, articulando sua concepção de mundo com a compreensão dinâmica do universo, proporcionando aos alunos ingressantes no Ensino Médio uma relação com fenômenos diários, de maneira simples. A Física dita Clássica (situada no paradigma Newtoniano) é capaz de explicar alguns fenômenos observáveis.

4.1 Delimitação do conteúdo

O objeto de pesquisa se resume no ensino das três leis de Newton no Ensino Médio usando experimentos de baixo custo. As três leis serão apresentadas abaixo:

4.1.1 1ª Lei de Newton

Essa lei nos informa o comportamento de um corpo na ausência de forças. E também explica o que acontece quando um corpo está alheio à interação com outros corpos ou quando a interação de vários corpos faz com que o efeito seja nulo, tendo o seguinte enunciado: “Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento retilíneo uniforme, a menos que seja obrigado a mudar esse estado por forças aplicadas sobre ele” (SAMPAIO, CALÇADA, 2005, p. 233).

Assim essa lei também é conhecida como Lei da Inércia.

Na prática nunca encontramos um corpo totalmente livre da ação de forças, mas existem situações que as forças são combinadas tendo como resultado uma força nula, podendo ser mostrada matematicamente da seguinte maneira:

$$\sum F = 0 \text{ então: } a = 0 \quad (1)$$

\sum = soma

F = Força

a = aceleração

Se a soma das Forças da interação entre corpos é igual zero, então sua aceleração também é zero, mantendo velocidade constante (em repouso ou em movimento retilíneo uniforme).

Figura 1 - Um corpo em movimento por inércia, tende a ficar em movimento.



Fonte: <http://slideplayer.com.br/slide/364603/>
Acesso em:16/10/2015

Figura 2 - Um corpo em repouso por inércia, tende a continuar em repouso.



Fonte: Livro “Curso de Física” de Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga.

Figura 3 - Na ausência de atrito entre os pneus e o asfalto, o carro seguiria na linha pontilhada.



Fonte: <http://slideplayer.com.br/slide/364603/> Acesso em: 16/10/2015

4.1.2 2ª Lei de Newton

Essa lei surgiu quando Isaac Newton respondeu a seguinte pergunta: O que acontece com um corpo quando o mesmo está sobre a ação de forças? Depois de observar que à medida que aumentava a força, a aceleração era maior e, quando diminuía a força, o mesmo ocorria com a aceleração do corpo. Quando analisou a massa do corpo viu que, quando a massa do objeto era maior, a aceleração sofria uma diminuição, e quando a massa era menor, a aceleração sofria um aumento. Dessa forma ele conseguiu explicar o que acontece com um corpo quando uma força age sobre ele, ou seja, quando essa força não é nula (diferente de zero). Assim ele elaborou a também chamada Lei fundamental da dinâmica. “A força resultante que age num corpo de uma certa quantidade de massa produz uma aceleração tal que ” (TORRES, p. 109).

$$\vec{F}_{res} = m \cdot a \quad (2)$$

\vec{F}_{res} = Força resultante

m = massa

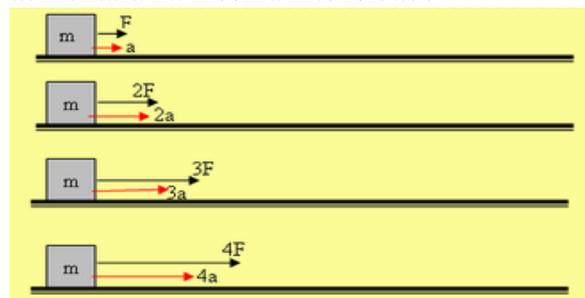
a = aceleração

Figura 4 - quanto maior for a força maior será a aceleração adquirida pelo corpo.



Fonte: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=18885> Acesso: 16/10/2015

Figura 5– Se aumentar a força a aceleração aumentará na mesma intensidade.



Fonte: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=18885> Acesso: 16/10/2015

4.1.3 3ª Lei de Newton

Após fazer mais observações Newton pôde perceber novos acontecimentos. Já que as forças são sempre exercidas por corpos, ele chegou à conclusão que as forças aparecem sempre aos pares, ou seja, através da interação entre corpos, nomeando essas forças de ação e reação e assim fazendo um novo enunciado: a toda ação há sempre oposta uma reação igual, ou

as ações mútuas de dois corpos um sobre o outro são sempre iguais e dirigidas para partes contrárias. Assim quando um corpo A exerce uma força sobre um corpo B, o corpo B reage sobre A com uma força de mesmo módulo, mesma direção e de sentido contrário. Nota-se que as forças estão aplicadas em corpos diferentes chegando à conclusão que elas não podem se equilibrar mutuamente, pois isso só aconteceria se elas estivessem aplicadas em um único corpo, o que se torna impossível.

Figura 6 – Teste de colisão frontal. Os carros são de um mesmo modelo e sofrem avarias semelhantes.



Fonte: Livro “ Física Ciência e Tecnologia de Carlos Magno.

Figura 7 - O rosto do boxeador atingido imprime uma força de reação na mão de seu oponente; as luvas diminuem os efeitos do impacto em ambos.



Fonte: <http://slideplayer.com.br/slide/364603/>
Acesso: 16/10/2015

4.2 Contextualização

Aristóteles (século IV a.C.) atribuía a origem dos movimentos ao fato de os objetos procurarem seu lugar natural de repouso. Se quando abandonado pelas mãos um objeto cai, é porque seu lugar natural é o solo, em estado de repouso. Assim, o movimento de um corpo seria um estado não natural ou não espontâneo, colocado ou mantido nessa condição pela atuação de uma força. Dessa forma, a concepção aristotélica de movimento está fundamentada na existência de um motor ligado ao corpo que se move assim: o movimento de um corpo cessaria a partir do momento em que esse motor, agente externo, não mais atuasse sobre ele. Essa ideia prevaleceu por um longo período, mas no século XVII o italiano Galileu Galilei conseguiu contrapor as afirmações de Aristóteles.

Utilizando um método de estudo diferente ao de Aristóteles, juntando a matemática a experimentos científicos, Galileu conseguiu obter conclusões e ideias que se afastavam do pensamento aristotélico. Utilizando esferas em superfícies horizontais, Galileu conseguiu fazer algumas observações entre elas percebeu que se empurrasse a esfera com uma certa força, ela

entraria em movimento. Porém, observou também que ela continuava a se movimentar mesmo depois de já ter empurrado, chegando a conclusão de que um corpo podia estar em movimento sem ação de uma força que a empurrasse. Assim, repetindo o experimento por várias vezes usando superfícies horizontais mais lisas pôde concluir que o corpo percorria maior distância assim, vendo que a ação do atrito entre a superfície e o corpo é o que faz retardar o movimento. Dessa maneira foi possível notar que se eliminasse totalmente a ação do atrito, o corpo iria continuar seu movimento sem retardá-lo, sendo assim um movimento retilíneo uniforme.

Galileu através de suas experiências pôde chegar a uma propriedade atribuída a qualquer corpo, chamada inércia. Essa propriedade diz que um corpo em estado de repouso só entrara em movimento se houver a ação de uma força sobre ele. E o corpo em movimento se não houver forças, ele continuará a se mover em linha reta e com velocidade constante.

Pode se dizer que o conceito de inércia deixado por Galileu foi uma de suas ideias mais brilhantes, pois explica a razão que nenhuma força era necessária para manter a Terra movendo-se para frente, e que um objeto na sua superfície não é deixado para trás enquanto o planeta se move e que a trajetória de um corpo não parece ser afetada pelo movimento terrestre. Assim o caminho estava aberto para Isaac Newton sintetizar uma nova visão do universo.

Em 1687, o físico e matemático inglês Isaac Newton estruturou os princípios da mecânica e se baseando nos estudos de grandes físicos, entre eles Galileu, conseguiu retomar no livro *Principia* uma síntese da lei postulada por Galileu em relação à inercia e enunciou as leis que regem o movimento dos corpos, entre as quais a primeira de todas que não é mais do que a lei da inércia formulada por Galileu.

Podemos notar que desde os tempos passados uma maneira que poderíamos fazer análises, formular ideias e assim chegar a uma conclusão é usando uma metodologia de experimentação, a prática, pois através desta podemos também colocar situações do cotidiano. Não foi diferente com Galileu. Ele já utilizava esse método repetidas vezes, fazendo as alterações necessárias para formular ideias e chegar as leis que conhecemos hoje, pois atualmente ainda existem recursos experimentais que nos permitem comprovar as conclusões que ele obteve.

Para a educação o importante é aprender o que não compreendemos, de forma clara e objetiva com a finalidade de aplicação diária, bem como explicar os fenômenos mais presentes da natureza no mundo que nos rodeia. Então, é através desses meios explicativos para o nosso cotidiano que vamos introduzir e comentar as leis de Newton.

A primeira lei do movimento, apresentada por Newton diz que “Todo corpo contínua em seu estado de repouso ou de movimento retilíneo uniforme, a menos que seja obrigado a mudar esse estado por forças aplicadas sobre ele”. (TIPLER, p. 97).

Dessa forma na ausência de forças, um corpo em repouso continua em repouso e um corpo em movimento continua em movimento, movendo-se em linha reta, com velocidade constante.

Para Newton, todo corpo possui inércia, ou seja, resistem a mudar o seu estado de movimento, e para mudar o estado de movimento de um corpo deve-se aplicar uma força sobre ele. Baseando nesses princípios ele elaborou sua primeira lei que em sua homenagem recebe o nome de “A primeira lei de Newton”, também conhecida como “O princípio da inércia”.

O princípio da inércia é facilmente identificado no nosso cotidiano. E um dos locais que podemos observá-la facilmente é na indústria automobilística, principalmente quando se trata em segurança dos passageiros. Muitos dos mecanismos e equipamentos dos automóveis são justificadamente aplicados para resistir a ação da inercia.

Num choque frontal, por exemplo, os ocupantes de um carro tendem a continuar em movimento, devido à inércia, e eventualmente podem se chocar contra o para-brisa, o volante ou contra o banco da frente, caso estejam no banco traseiro. O cinto de segurança visa parar o ocupante juntamente com o carro, aplicando em seu corpo uma força de sentido contrário ao seu movimento e diminuindo assim sua velocidade. Muitos automóveis dispõem de *air bags*, bolsas que inflam rapidamente em caso de colisão, amortecendo o choque do passageiro contra partes do veículo (TORRES, p. 112).

No exemplo citado acima quando o carro freia bruscamente a pessoa no seu interior vai para a frente, como se fosse lançada. E esse fato dela ir para frente pode ser explicado pela inércia de movimento, pois ela tende a permanecer em movimento.

Já um mecanismo usado em automóveis para explicar a inércia de repouso pode ser o encosto de cabeça, que é colocado no alto do banco dos automóveis e que tem a finalidade de proteger o pescoço dos passageiros no caso de uma colisão na traseira do automóvel. Na situação de existir um carro na frente parado, e outro vir em movimento e bater em sua traseira o carro que estava parado é arremessado para frente bruscamente, fazendo com que a cabeça do passageiro seja jogada para trás devido a inércia de repouso. Assim notasse que o carro será acelerado rapidamente e os passageiros que estavam inicialmente em repouso tendem a permanecer em repouso fazendo com que haja esse movimento da cabeça para trás.

Outro exemplo bastante observado no dia a dia é quando um veículo inicia uma curva e os passageiros tendem, por inercia, a manter a direção da velocidade do veículo, ou

seja, em sentido oposto ao do movimento do carro e tangente a curva, e seguir em linha reta em relação ao solo que é considerado um referencial inercial. Esse exemplo é bastante visto em ônibus por isso em uma curva os passageiros colidem com a parede do ônibus forçando a realizar a curva junto com ele. Em carros abertos, como caminhonetes e caminhões é proibido transportar pessoas, pois em veículos abertos segundo o código de trânsito brasileiro as pessoas estão expostas a acidentes devido a inércia conforme esse exemplo citado.

Como vimos, de acordo com o princípio da inércia, um corpo só pode sair do seu estado de repouso ou de movimento retilíneo e uniforme se uma força resultante não nula atuar sobre ele. Em outras palavras podemos dizer que um corpo não possui aceleração enquanto não existir uma força agindo sobre um corpo. Assim deixando claro que é a força que se torna um agente físico capaz de produzir aceleração, alterando o estado de repouso ou de movimento dos corpos. Ao aplicar força sobre um corpo, o mesmo poderá aumentar de intensidade, diminuir ou mudar de direção, enquanto existir a atuação dessa força resultante. Dessa forma o corpo estará sujeito a algum tipo de aceleração.

Baseando-se nesses princípios, Isaac Newton formulou sua segunda lei, ou princípio fundamental da dinâmica, que define a força sendo o seu módulo igual ao produto da massa do corpo pelo módulo de sua aceleração.

Imagine ter que empurrar um carro e uma bicicleta desde o repouso. A força que devemos aplicar para mover o carro é maior ou menor do que mover a bicicleta? A nossa intuição nos diz que a intensidade da força que devemos aplicar depende da massa do corpo, pois, quanto maior a massa do corpo, maior será a sua inércia e, portanto, será mais difícil fazer com que o carro saia do seu estado de repouso, sofrendo assim uma aceleração e atingindo uma certa velocidade em determinado intervalo de tempo.

Dessa maneira é fácil notar a relação entre a força resultante aplicada, massa e a variação de velocidade, pois a força resultante que age num corpo que possui uma quantidade de massa produz uma aceleração.

Em seus estudos, Newton percebeu que as forças aparecem como resultados de interação de dois corpos. Ou seja, a ação de uma força sobre um corpo não pode se manifestar sem que haja outro corpo que provoque esta ação. E como vimos, a força é um agente físico capaz de provocar variação de velocidade, dando origem a uma aceleração e também responsável por uma deformação.

Existem situações que envolvem a ação mútua entre dois corpos, isto é, ação e reação, por exemplo, as colisões. A reação é sempre aplicada em quem exerce a ação. Para Newton, aquilo que puxa ou empurra é igualmente puxado ou empurrado. Então a ação e reação

sempre se relacionam a corpos distintos, nunca a um mesmo corpo. Portanto, essas afirmações feitas por Newton deram origem ao princípio da ação e reação, ou terceira lei de Newton, que pode ser assim enunciada: quando um corpo interage com outro, aplicando-lhe uma força (ação), recebe desse corpo a aplicação de outra força (reação), de mesma intensidade e mesma direção, mas de sentido oposto.

No dia a dia, a palavra reação tem o mesmo sentido de uma ação que vem depois de outra ação, motivada por ela e em resposta a ela. Mas não é assim que o termo “reação” deve ser entendido no contexto de Isaac Newton, em que exprime uma ação que ocorre simultaneamente a outra ação, e não depois dela. Ou seja, as forças atuam em pares através da interação entre os corpos.

Podemos observar a aplicação dessa lei em uma partida de futebol. Por exemplo, em uma cobrança de falta, quando o pé do jogador entra em contato com a bola é possível observar dois efeitos sobre a bola. Primeiramente, uma deformação na superfície da bola e uma variação da velocidade. Esses efeitos que podemos observar são devido a uma aplicação de uma força exercida pelo pé do cobrador, onde ao entrar em contato com a bola a chuteira também sofre uma pequena deformação e diminuição da velocidade, e isso deixa claro que o pé também está sujeito à ação de forças que causam esses efeitos que podemos observar. Dessa forma podemos notar que o pé aplica uma força sobre a bola (ação) e a bola também aplica uma força sobre o pé (reação).

Outro exemplo que podemos citar referente à terceira lei é o simples ato de caminhar, pois ao andar o nosso pé empurra o chão para trás sendo esta a força de ação, e o chão exerce no pé uma força de reação para frente. Essas forças trocadas pelo pé e pelo chão são forças de atrito. Se não houvesse atrito, ou seja, se o chão fosse perfeitamente liso, não era possível andar.

O que foi citado acima busca mostrar a importância do contexto, explicando as leis dos movimentos dos corpos, buscando relatos históricos e associando e citando aplicações do cotidiano.

5 METODOLOGIA

O método de pesquisa utilizado foi um paralelo entre os dois tipos de ensino comparando duas turmas da primeira série do ensino médio que estudam no turno da noite, e pertencem a uma escola pública do estado do Ceará no município de Beberibe. Procurou-se, em primeiro plano, duas turmas de primeiros anos que tivessem a mesma quantidade de alunos; e em segundo plano foi analisado o rendimento dos alunos e foi possível perceber que a quantidade de estudantes abaixo da média na disciplina de física apresentavam o mesmo número. Em uma das turmas, que foi chamada de turma tradicional (turma T) foi aplicada aulas tradicionais sobre as três leis de Newton, utilizando somente livro didático, quadro branco e os pinceis para este quadro. Foi feita a leitura do livro primeiramente de forma silenciosa, depois houve a leitura em voz alta tendo várias participações de alunos. Em seguida foram explanados no quadro os principais pontos, no caso, as definições de cada lei conforme exposto no livro didático. Já na outra turma, que foi chamada de turma construtivista (turma C) foi aplicado aulas utilizando experimentos de baixo custo, tendo também uma introdução teórica para cada lei, citando inclusive situações do cotidiano conforme as leis foram apresentadas. Os experimentos que foram aplicados na turma C estão citados abaixo:

5.1 Experimentos Realizados

5.1.1 Experimento 1 (1ª lei de Newton).

Para realização do experimento foi necessário:

- Um carrinho
- Uma esfera de vidro
- Uma rampa (caixa de madeira)
- Algo para inclinar a rampa (caixa de madeira)
- Uma barra de ferro

A montagem foi da seguinte maneira:

Juntou-se as duas caixas, uma sobre a outra sobre a mesa, de forma que a caixa maior ficasse inclinada formando uma rampa. Foi fixada uma barra de ferro sobre a rampa (quase no fim da rampa), colocando um apoio sobre o carrinho, e sobre esse apoio ficou,

levemente presa, a esfera de vidro. Posicionando o conjunto carro + bolinha no alto da rampa. Como mostra nas figuras.

Figura 8 – Carrinho + Bolinha



Fonte: Próprio autor.

Figura 9 – Montagem completa



Fonte: Próprio autor.

Procedimento:

O experimento consistiu em deixar um carrinho, com uma bolinha presa a ele, rolar uma rampa e chocar-se com um obstáculo.

O carrinho percorreu a rampa, até atingir a barra de ferro (obstáculo). Ao atingi-lo, o carrinho parou; a bolinha de vidro, porém, estando apenas levemente presa ao carrinho, tendeu-se a continuar seu movimento, sendo lançada para a frente.

A conclusão foi que, ao mesmo tempo que o carrinho parou devido à ação de uma força externa (aplicada pelo obstáculo), a bolinha continuou o seu movimento pelo fato de estar fracamente ligada ao carrinho, não sofrendo, portanto, a ação de nenhuma força externa.

5.1.2 Experimento 2 (1ª lei de Newton)

Para realizar esse experimento foi necessário:

- Um Becker
- Um pedaço de plástico em forma de aro
- Uma moeda

A montagem e procedimento foram assim realizadas:

Colocou-se o Becker sobre uma mesa. Na boca do Becker foi colocado um aro de plástico e, apoiado sobre o aro, uma moeda. O aro foi feito facilmente, cortando-se uma fatia de uma garrafa plástica. Esta montagem está na figura logo abaixo.

Figura 10 – Montagem completa.



Fonte: Próprio autor.

Figura 11 – Montagem completa.



Fonte: Próprio autor.

A ideia foi fazer um desafio para a turma que tinha como objetivo colocar a moeda dentro do Becker sem pegar em nenhum outro material e nem no sistema montado. Depois de 5 (cinco) alunos tentarem não obtiveram sucesso. Então eles curiosos, repassaram o desafio. Então com apenas um sopro forte na parte interna do aro pôde-se fazer com que ele saísse debaixo da moeda rapidamente. A moeda caiu dentro da garrafa. Nesse experimento, a única força atuante é o peso da moeda. Quando o aro foi soprado, na posição indicada, ele se deformou, saindo de debaixo da moeda sem fazer força sobre ele.

A conclusão foi que, quando eu assoprei (sopro forte) o plástico, o mesmo se moveu sofrendo uma deformação deixando a força de atrito entre o plástico e a moeda próxima de zero, fazendo com que a moeda não sofresse um desvio considerável, mantendo dessa forma em seu estado de repouso e caindo dentro do Becker.

5.1.3 Experimento 3 (2ª Lei de Newton)

Para a realização do experimento foi necessário:

- Dois carrinhos de plástico iguais (leve)
- Elástico

- Massa de modelar
- Um local plano por exemplo uma mesa ou até mesmo o chão.

A montagem e o procedimento aconteceram da seguinte maneira:

Procedimento 1:

Primeiro foi colocado a massa de modelar dentro de um dos carros para que este tenha sua massa mais elevada. Desta forma foi amarrado um elástico nos dois carrinhos de forma que o mesmo elástico prendesse os dois. Após a amarração, afastamos os dois carrinhos, fazendo um com que o elástico se esticasse, e assim soltamos os dois carrinhos ao mesmo tempo. (O experimento foi repetido várias vezes). As figuras abaixo mostra como foi a montagem.

Figura 12 – Carrinho com massa normal.



Fonte: Próprio autor.

Figura 13 – Carrinho com massa aumentada.



Fonte: Próprio autor.

Figura 14 – Montagem completa.



Fonte: Próprio Autor.

Dessa forma foi possível notar durante todo o experimento que quando aplicamos a mesma força (força elástica) nos dois carros, um dos carros que está com maior massa se move menos que o carro que tem menor massa. E para que o carro que tenha maior massa possa ter a mesma aceleração do carro mais leve, devemos aumentar a força aplicada sobre ele. Concluímos por fim que a força e a aceleração são diretamente proporcionais, mas a massa e aceleração são inversamente proporcionais.

5.1.4 Experimento 4 (3ª lei de newton)

Para a realização do experimento foi necessário:

- Uma garrafa pet
- Dois canudos de todinho (que tem uma dobra na extremidade)
- Uma bacia (com tamanho apropriado para a rotação do sistema)
- uma jarra com água
- Um cordão

Montagem e procedimento:

Primeiramente foi cortado a garrafa ao meio. E na sua tampa foi feito dois furos: um do lado esquerdo e outro do lado direito, na forma que um furo ficou paralelo ao outro. Assim foi pegue os dois canudos e colocado um em cada buraco (os buracos foram feitos sobre medida baseando – se pelo canudo, fazendo um encaixe perfeito). Depois foi feito dois pequenos furos na extremidade da garrafa, de forma paralela, para que fosse amarrado um cordão. Depois desses procedimentos o objeto ficou pronto para o experimento. Seguramos o objeto montado, pelo cordão, e derramamos a água que estava na jarra, dentro do objeto. A água começou a sair pelos canudos, fazendo com que o objeto começasse a girar (a água derramada caiu dentro da bacia).

Figura 15 – Montagem completa.



Fonte: Próprio autor.

Figura 16 – Montagem completa.



Fonte: Próprio autor.

A conclusão é que quando a água sai pelos canudos pratica a ação, a reação é criada com o movimento do objeto na direção oposta à saída da água. Provando a Ação e Reação.

5.2 Avaliação com questionário

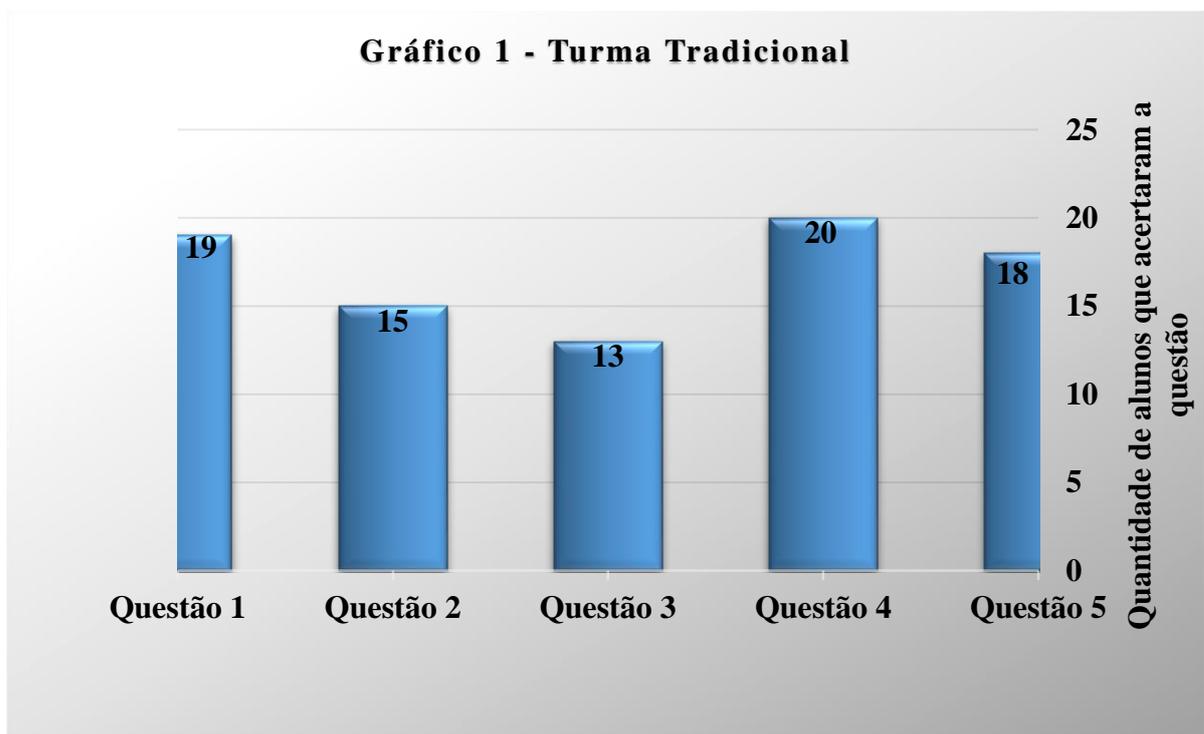
Após as aulas foi aplicada uma avaliação contendo cinco questões, de múltipla escolha, com cinco opções de respostas. Para cada turma envolvendo as três leis de Newton, as questões estão relacionadas com acontecimentos do cotidiano. O questionário está no Anexo A. Este questionário foi o principal instrumento para que fossem colhidos os dados da pesquisa. As questões foram selecionadas conforme o tema, com atenção e bastante cuidado na análise dos resultados para que fosse possível notar a diferença entre as metodologias de ensino através dos resultados obtidos.

6 RESULTADOS

Os resultados obtidos a partir da correção do questionário aplicado, na qual foi analisado através de gráficos na forma de colunas. Estas colunas no gráfico 1 e 2 representam o rendimento obtido na avaliação representada pela quantidade de acertos de cada questão nas turmas, sendo de cor azul a turma T, e de cor vermelha a turma C. A sequência que eles estão apresentados está primeiramente apresentado o gráfico 1, que corresponde a turma tradicional (turma T); em segundo está o da turma construtivista (turma C); e em terceiro está o comparativo entre as duas turmas por meio de porcentagem.

6.1 Análise I

Gráfico 1: Turma tradicional



Fonte: Próprio autor.

Analisando a turma tradicional, que apresenta no total de 28 (vinte e oito) alunos foi possível verificar que na primeira questão, 19 (dezenove) alunos, aproximadamente 68% (sessenta e oito por cento), conseguiram marcá-la corretamente.

Na segunda questão, 15 (quinze) alunos, aproximadamente 54% (cinquenta e quatro por cento), conseguiram acertá-la corretamente.

Em relação à terceira questão, 13 (treze) alunos, aproximadamente 46% (quarenta e seis por cento), conseguiram marcá-la corretamente.

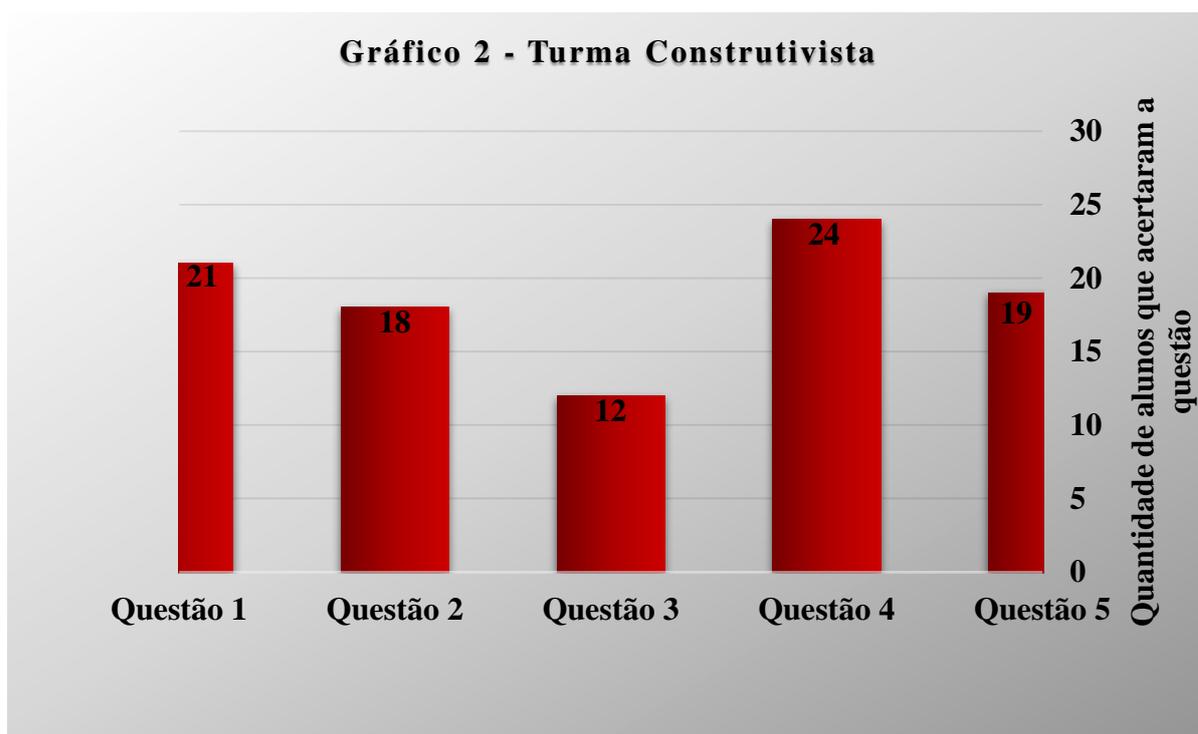
Na quarta questão, 20 (vinte) alunos, aproximadamente 71% (setenta e um por cento) da turma tradicional, marcaram a questão corretamente.

Na quinta e última questão, 18 (dezoito) alunos, aproximadamente 64% (sessenta e quatro por cento), marcaram corretamente.

Percebe-se graficamente que na aula tradicional o conhecimento adquirido foi o suficiente para que das cinco questões, apenas na questão 3 (três) obteve uma quantidade de acertos menor que 50% (cinquenta por cento), verificando assim que os alunos adquiriam conhecimento nas aulas tradicionais, referente os conceitos básicos das Leis de Newton.

6.2 Análise II

Gráfico 2: Turma Construtivista.



Fonte: Próprio autor.

Analisando a turma construtivista, que apresenta no total 28 (vinte e oito) alunos, foi possível verificar que na primeira questão, 21 (vinte e um) deles, aproximadamente 75% (setenta e cinco por cento), conseguiram acertá-la corretamente.

Na segunda questão, 18 (dezoito) alunos, aproximadamente 64% (sessenta e quatro por cento), conseguiram marcá-la corretamente.

Em relação a terceira questão, 12 (doze) alunos, aproximadamente 43% (quarenta e três por cento), marcaram a questão corretamente.

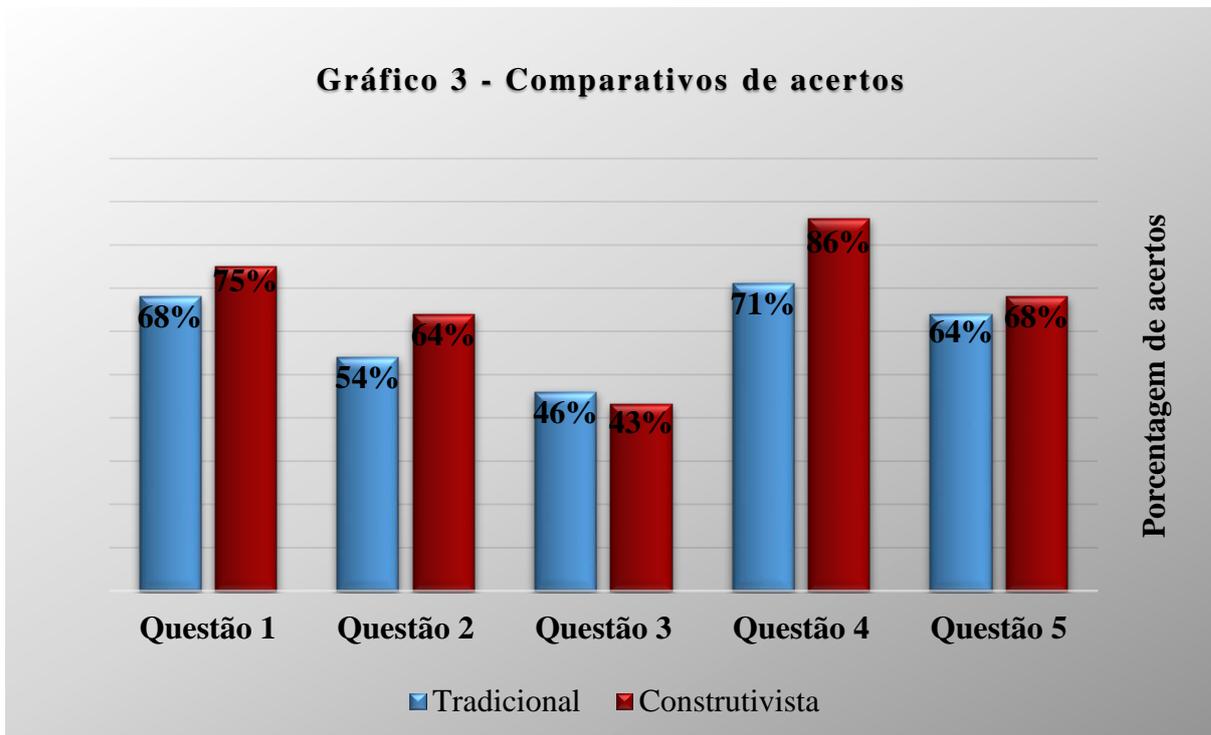
Na quarta questão, 24 (vinte e quatro) alunos, aproximadamente 86% (oitenta e seis por cento) da turma construtivista, marcaram a questão corretamente.

Na quinta e última questão, 19 (dezenove) alunos, aproximadamente 68% (sessenta e oito por cento), marcaram corretamente.

Percebe-se graficamente que na aula com metodologia construtivista o conhecimento adquirido foi o suficiente para que das cinco questões, apenas na questão 3 (três) obteve uma quantidade de acertos menor que 50% (cinquenta por cento), verificando que os alunos adquiriram conhecimento nas aulas, referente os conceitos básicos das Leis de Newton.

6.3 Análise III

Gráfico 3 : Comparativos e acertos.



Fonte: Próprio autor.

No gráfico 3 (três), tem-se o comparativo de acertos, em termos percentuais, em relação as duas turmas, tradicional e construtivista, verificando-se um aumento significativo de acertos na turma C em relação a turma T, com exceção da questão 3 (três) que por ser uma

questão voltada mais a teoria, a turma T obteve melhor desempenho. Mas no geral percebemos, uma compreensão melhor dos conceitos básicos das Leis de Newton, quando utiliza-se aulas práticas, em particular, experimentos de baixo custo, como ferramenta auxiliar no ensino de Física.

6.4 Análise IV

Tabela 1: Quantidade de alunos que acertaram a questão.

Quantidade de alunos que acertaram a questão					
Questão	Turma Tradicional (T)		Turma Construtivista (C)		Diferença percentual (%) (%C - %T)
	Quantidade numérica	Quantidade em percentagem (%)	Quantidade numérica	Quantidade em percentagem (%)	
1	19	68	21	75	7
2	15	54	18	64	10
3	13	46	12	43	-3
4	20	71	24	86	15
5	18	64	19	68	4

Na tabela podemos verificar a quantidade de alunos que acertam a respectiva questão. Mas a ideia principal é mostrar a diferença percentual das duas turmas. Na questão 1 a diferença foi positiva, podemos verificar que a percentagem da turma C superou a turma T em 7% e assim aconteceu com a questão 2 que teve uma diferença de 10%, na questão 4 houve uma diferença de 15% e a questão 5 que superou em 4%. A única exceção foi para a questão 3, pois a diferença foi negativa, ou seja, a turma Construtivista não conseguiu superar, ficando com percentagem menor de 3% em relação a turma Tradicional.

No geral podemos verificar que a Turma C teve melhor desempenho do que a turma T, superando em quase todas as questões e mostrando maior compreensão do conteúdo.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Fazendo uma análise deste trabalho foi possível perceber que o uso de experimentos de baixo custo, no ensino dos conceitos básicos das Leis de Newton, pode fazer com que os alunos compreendam o assunto de forma mais atraente, do que simples aulas tradicionais, proporcionando um melhor aprendizado, fazendo com que os alunos conseqüentemente tenham melhores resultados.

Usar experimentos de baixo custo nas aulas foi muito interessante, gerando nos alunos a curiosidade sobre o assunto, quando associado o conteúdo estudado com o cotidiano, e vendo tudo sendo aplicado na frente deles, os fazem prestar mais atenção nas aulas, tornando-os mais participativos e mais motivados.

Na análise dos resultados principalmente no gráfico 3 (três) e na tabela 1 (um), que tem o comparativo de acertos, em termos percentuais, em relação as duas turmas, tradicional e construtivista. Foi possível verificar que houve um aumento significativo de acertos na turma C (construtivista) em relação a turma T (tradicional), Nas questões 1,2,4 e 5 a diferença foi positiva de 7%, 10%, 15% e 4% respectivamente. A única exceção foi na questão 3 (três) que por ser uma questão voltada mais a teoria a turma T teve melhor desempenho, superando a turma C em 3%, mas no geral percebemos, uma compreensão melhor dos conceitos básicos das Leis de Newton, quando utiliza-se, aulas práticas, como ferramenta auxiliar no ensino de Física.

Tendo em vista os resultados obtidos no trabalho, pretende-se em trabalhos futuros, inserir novas metodologias construtivistas, não usando apenas experimentos, mas sim adicionando à metodologia animações, simuladores, jogos e outros recursos tecnológicos que atraiam e motive os alunos, para que estes tenham um melhor aprendizado em relação aos conteúdos de física.

Dessa forma, podemos concluir que a utilização de experimentos de baixo custo nas aulas de física, são ferramentas que auxiliam o processo de ensino aprendizagem.

REFERÊNCIAS

BARREIRO, A. C. M., BAGNATO, V.. **Instituto de Física e Química de São Carlos. São Paulo, SP. Aulas Demonstrativas nos Cursos Básicos de Física**, Cad. Cat. Ens. Fis. Florianópolis. V. 9, n. 3: p. 238-244, dez. 1992

BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Orientações Curriculares para o ensino Médio**: Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília: Ministério da educação; Secretaria de educação Básica, 2006. p.53.

BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Orientações Curriculares para o ensino Médio**: Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília: Ministério da educação; Secretaria de educação Básica, 1998. p.23. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>.> Acesso em: 06 de nov. 2015

D'ANGELO, José Vicente Hallak; ZEMP, Roger Josef. **Experimentos em sala de aula para estimular a aprendizagem de conceitos fundamentais em cursos de engenharia**. Revista Ensino Superior nº 13 (abril-junho).

GALIAZZI, M. C. et al. **Objetivos das Atividades Experimentais no Ensino Médio**: A pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. *Ciência & Educação*, v.7, n.2, 2001.

GIL PÉREZ, D. **Tiene sentido seguir distinguindo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz e papel y realización de prácticas de laboratorio?** *Ensenanza de las Ciencias*, v. 17, n. 2, p. 311-320, 1999.

GIORDAN, M.; O papel da experimentação no Ensino de Ciências. **Química Nova na Escola**, n.10, 1999. São Paulo: Atual, 2005.

HEWITT, Paul G. **Física Conceitual**, 9º edição, 2002 p. 9.

PINHO ALVES, J. **Atividades experimentais: do método à prática construtivista**. Tese (Doutorado em Educação)-Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

SAMPAIO, José Luiz; CALÇADA, Caio Sergio. **Universo da física 1**. 2. ed. São

SEED. Diretrizes Curriculares de Física para a Educação Básica. Curitiba – PR, 2008.

TIPLER, Paul A. **Física para Cientistas e Engenheiros**, volume 1: mecânica, quinta Edição.

TORRES, Carlos Magno. **Física, Ciência e Tecnologia**: mecânica 1. 3ª edição São Paulo, 2013.p.109-112.

VALADARES, E.C; Propostas de experimentos de baixo custo centradas no aluno e na comunidade. **Química nova na escola**, n.13, Maio 2001

ANEXO A – QUESTIONÁRIO

Questão 1(supletivo Unicanto) Sobre a 1ª Lei de Newton ou Princípio da Inércia, é correto afirmar:

I - Em uma propaganda de televisão, tem se uma mesa forrada com uma toalha e sobre ela estão vários pratos, colheres, copos, etc... O artista puxa a toalha rapidamente e os utensílios que estão sobre a mesa continuam em repouso. Esse fato pode ser explicado pela 1ª Lei de Newton.

II - Podemos dizer que todo corpo livre da ação de forças está em repouso ou em movimento retilíneo uniforme (M.U.)

III - Quando um carro se movimenta em uma estrada reta com velocidade constante, ao entrar numa curva ele tende, por inércia fazer a curva perfeitamente, sem se preocupar com a velocidade adquirida pelo carro.

A sequência CORRETA das respostas é:

- a) F, V, F b) V, F, V c) F, F, V d) V, V, F e) F, V, V

Questão 2 (supletivo Unicanto) Isaac Newton nasceu em 4 de janeiro de 1643 (ano da morte de Galileu) em Woolsthorpe, Lincolnshire, Inglaterra. Embora tenha nascido no dia de Natal de 1642, a data aqui é no calendário Gregoriano, que adotamos hoje, mas que só foi adotada na Inglaterra em 1752. Newton veio de uma família de agricultores, mas seu pai morreu antes de seu nascimento. Ele foi criado por sua avó. Entre muitas leis enunciadas por ele, as mais conhecidas são: Lei da Inércia, Princípio fundamental da Dinâmica e Lei da Ação e Reação. O princípio da ação e reação explica o fato de que:

a) Algumas pessoas conseguem tirar a toalha de uma mesa puxando-a rapidamente, de modo que os objetos que estavam sobre a toalha permaneçam em seus lugares sobre a mesa.

b) Um corpo, ao ser lançado verticalmente para cima, atinge o ponto mais alto da trajetória e volta para o ponto de lançamento.

c) Quando atiramos uma pedra em qualquer direção no espaço, se nenhuma força atuar nela, a pedra seguirá seu movimento sempre com a mesma velocidade e na mesma direção.

d) A força de atração do sol sobre a Terra é igual, em intensidade e direção, à força de atração da Terra sobre o Sol.

e) Quando um passageiro de um ônibus é jogado para frente após uma freada brusca.

Questão 3(supletivo Unicanto) Usando os conceitos estudados durante as aulas sobre as Leis de Newton, analise e julgue os conceitos abaixo e marque a sequência CORRETA:

I - No S.I. a unidade da força peso é o quilograma(kg).

II - A resultante F de uma força aplicada em um ponto material da massa m produz uma aceleração \vec{a} , sendo que \vec{F} e \vec{a} tem a mesma direção e sentido. Esse enunciado é conhecido como 2ª Lei de Newton ou Princípio Fundamental da Dinâmica.

III - Podemos dizer que quando um corpo está em queda livre na superfície terrestre, desprezando a resistência do ar, ele não está sobre ação de forças, então concluímos que não há aceleração resultante sobre o corpo .

a) F, V, V b) V, V, V c) V, V, F d) F, V, F e) F, F, F

Questão 4 (supletivo Unicanto) Observe a tira e responda a qual lei física o herói da “tirinha” se refere:



- a) Primeira Lei de Newton ou Lei da Inércia
- b) Segunda Lei de Newton ou Lei da ação e reação
- c) Terceira Lei de Newton ou Princípio fundamental da Dinâmica
- d) Terceira Lei de Newton ou Lei da Ação e reação
- e) Segunda lei de Newton ou Lei da Inércia

Questão 5 (supletivo Unicanto) Em 1992/3, come moram-se os 350 anos do nascimento de Isaac Newton, autor de marcantes contribuições à ciência moderna. Uma delas foi a Lei da Gravitação Universal. Há quem diga que, para isso, Newton se inspirou na queda de uma maçã.

Suponha que F_1 seja intensidade de força que a Terra exerce sobre a maçã e F_2 a intensidade da força que maçã exerce sobre a Terra. Então:



- a) F_1 será muito maior que F_2
- b) F_1 será igual a F_2
- c) F_1 será um pouco maior que F_2
- d) F_1 será um pouco menor que F_2
- e) F_1 será muito menor que F_2