



**UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA-  
AFROBRASILEIRA – UNILAB  
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO – PROGRAD  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA – ICEN  
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS DA NATUREZA E MATEMÁTICA  
CNeM**

**FRANCISCA BAPTISTA XAVIER**

**ENSINO DAS LEIS DE NEWTON UTILIZANDO EXPERIMENTOS COM  
MATERIAIS ALTERNATIVOS EM UMA ESCOLA DE ENSINO MÉDIO EM  
REDENÇÃO/CE.**

**ACARAPE-CE**

**2017**

**FRANCISCA BAPTISTA XAVIER**

**ENSINO DAS LEIS DE NEWTON UTILIZANDO EXPERIMENTOS COM  
MATERIAIS ALTERNATIVOS EM UMA ESCOLA DE ENSINO MÉDIO EM  
REDENÇÃO/CE.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza e Matemática com Habilitação em Física, do Instituto de Ciências Exatas e da Natureza da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, como requisito parcial para a obtenção do Título de Licenciado em Ciências da Natureza e Matemática - Habilitação em Física.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Cinthia Marques Magalhães Paschoal.

ACARAPE - CE

2017

**Catálogo**

FRANCISCA BAPTISTA XAVIER

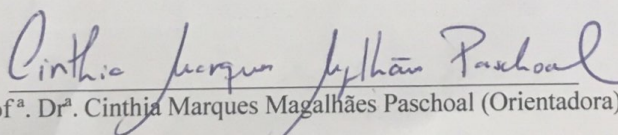
**ENSINO DAS LEIS DE NEWTON UTILIZANDO EXPERIMENTOS COM  
MATERIAIS ALTERNATIVOS EM UMA ESCOLA DE ENSINO MÉDIO EM  
REDENÇÃO/CE.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação do Curso de Licenciatura em  
Ciências da Natureza e Matemática com  
Habilitação em Física, do Instituto de Ciências  
Exatas e da Natureza da Universidade da  
Integração Internacional da Lusofonia Afro-  
Brasileira, como requisito parcial para a obtenção  
do Título de Licenciado em Ciências da Natureza e  
Matemática - Habilitação em Física.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Cinthia Marques  
Magalhães Paschoal.

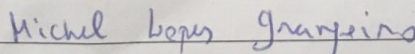
Aprovado em 05/09/17

BANCA EXAMINADORA



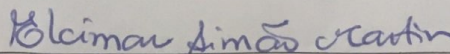
Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Cinthia Marques Magalhães Paschoal (Orientadora)

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira– UNILAB



Prof. Dr. Michel Lopes Granjeiro

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira– UNILAB



Prof. Dr. Elcimar Simão Martins

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira– UNILAB

Dedico primeiramente este trabalho a Deus, a minha família, em especial, ao meu pai, à minha mãe, que me incentivaram e apoiaram para o meu crescimento profissional, e a todos aqueles que fazem parte da minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço inicialmente a Deus por ter dado toda energia para fazer este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC).

Agradeço a minha família em especial o meu pai, minha mãe e meus irmãos que mesmo longe, sempre me apoiaram e suportaram qualquer situação para o meu crescimento profissional.

Agradeço aos meus professores da disciplina do Trabalho de Conclusão de Curso, que me mostraram o caminho para a construção deste trabalho.

Agradeço em especial à minha orientadora Professora. Dra. Cinthia Marques Magalhães Paschoal, que me ajudou bastante para que este trabalho se realizasse.

Agradeço a Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira-UNILAB, que foi o lugar que tive o privilégio para o exercício da implementação do ensino e aprendizagem.

Agradeço a todos os professores, pela participação como facilitadores da construção dos nossos conhecimentos.

Agradeço a todos os colegas de turma que me acompanharam e me ajudaram direta e indiretamente durante o processo da construção deste trabalho.

Agradeço ao Governo de Timor Leste por meio do Ministério da Educação por ter dado a bolsa de estudo para estudar aqui na UNILAB.

O meu muito obrigada!

*What we know is a drop, what we don't know is an ocean.*

Isaac Newton

## RESUMO

Este trabalho buscou tratar as Leis de Newton em sala de aula através de uma aula teórica e prática, utilizando experimentos de baixo custo e relacionando os conteúdos com o dia-a-dia dos alunos. A pesquisa ocorreu na Escola de Ensino Médio de Tempo Integral Padre Saraiva Leão, localizada no município de Redenção/CE. Este trabalho visou desenvolver o conhecimento físico dos estudantes em relação ao conteúdo escolhido e mostrar que a Física se faz presente no seu cotidiano de diversas maneiras, buscando assim contribuir para uma aprendizagem significativa. A metodologia utilizada foi de caráter descritivo exploratório, na qual inicialmente aplicou-se um questionário à turma, em seguida foi ministrada a aula sobre as Leis de Newton, buscando envolver os alunos, com a apresentação de experimentos após o detalhamento de cada lei, e, por fim, foi aplicado novamente o questionário e solicitada a opinião dos alunos sobre a aula proposta. Como resultado, os alunos mostraram-se participativos com os experimentos e apresentaram uma evolução entre o pré e pós-teste. Além disso, relataram, de maneira geral, que gostaram da aula e que os experimentos ajudaram bastante para um melhor entendimento das Leis de Newton. Com isso, conclui-se que levar experimentos de baixo custo para sala de aula e buscar aproximar os conteúdos da realidade dos alunos contribui para uma aprendizagem satisfatória.

**Palavras-chaves:** Ensino, Leis de Newton, Experimentos de baixo custo.



## ABSTRACT

This work sought to treat Newton's Laws in the classroom through a theoretical and practical class, using low-cost experiments and relating the contents to the students' daily lives. The research took place at Padre Saraiva Leão Integral Middle School, located in the municipality of Redenção / CE. This work aimed to develop the students' physical knowledge regarding the chosen content and to show that physics is present in their everyday life in several ways, thus seeking to contribute to meaningful learning. The methodology used was descriptive exploratory, in which initially a questionnaire was applied to the class, then was given the class on the Laws of Newton seeking to involve the students, with the presentation of experiments after the detail of each law and, for Finally, the questionnaire was applied again and the students' opinion about the proposed class was requested. As a result, the students were participative with the experiments and presented an evolution between the pre- and post-test. In addition, they reported in general that they liked the lesson and that the experiments helped a lot to better understand Newton's Laws. With this, it is concluded that taking inexpensive experiments to the classroom and seeking to approach the contents of the reality of the students contributes to a satisfactory learning.

**Keywords:** Teaching, Newton's laws, low-cost Experiments.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Exemplificação da 1ª Lei de Newton no movimento de cavalo e do cavaleiro .....	21
Figura 2.2: Ilustração da 2ª Lei de Newton.....	22
Figura 2.3: Exemplificação da 3ª Lei de Newton, na colisão de uma bola de basquete no rosto de uma pessoa .....	23
Figura 3.1: (a) foto antes e (b) depois de puxar a cartolina .....	25
Figura 3.2: Experimento de catapulta .....	26
Figura 3.3: Experimento do balão de foguete.....	27
Figura 4.1: Introdução da apresentação .....	28
Figura 4.2: Preparação do experimento da 1ª Lei de Newton.....	29
Figura 4.3: Momento do experimento (a) antes e (b) após a aplicação da força na cartolina ..	29
Figura 4.4: Força que atuam no ovo e a força F que é aplicada para retirar a cartolina .....	30
Figura 4.5: Explicação da 2ª Lei de Newton.....	30
Figura 4.6: Aplicação da equação da 2ª Lei de Newton .....	32
Figura 4.7: Preparação de experimento da catapulta para demonstrar a 2ª Lei de Newton.....	32
Figura 4.8: Resultado do experimento da 2ª Lei de Newton .....	32
Figura 4.9: Participação de um aluno no experimento da 2ª Lei de Newton.....	33
Figura 4.10: Apresentação da 3ª Lei de Newton.....	33
Figura 4.11: Experimento da 3ª Lei de Newton (a) antes de soltar o balão e (b) após.....	35

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

UNILAB	Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
ICEN	Instituto de Ciências Exatas e da Natureza
CNeM	Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza e Matemática
CE	Ceará
TCC	Trabalho de Conclusão do Curso
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PC	Parâmetro Curricular

## LISTA DE SÍMBOLOS

$\vec{f}$	força
$m$	massa
$\vec{a}$	aceleração
$F_{BR}$	força da bola sobre o rosto
$F_{RB}$	força do rosto sobre a bola
$Kg$	kilograma
$m$	<i>metro</i>
$s$	<i>segundo</i>
$N$	<i>Newton</i>
$\vec{p}$	momento ou quantidade de movimento
$\vec{v}$	velocidade

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>2 O Ensino da Física no Ensino Médio .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1 O Ensino da Física utilizando experimentos .....</b>	<b>18</b>
<b>2.2 As Leis de Newton.....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.1 A Primeira Lei de Newton .....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.2 A Segunda Lei de Newton .....</b>	<b>21</b>
<b>2.2.3 A Terceira Lei de Newton.....</b>	<b>22</b>
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>24</b>
<b>3.1 Caracterização do ambiente escolar .....</b>	<b>24</b>
<b>3.2 Caracterização da pesquisa.....</b>	<b>24</b>
<b>3.3 Experimentos realizados .....</b>	<b>24</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>28</b>
<b>4.1 Resultados da Aula .....</b>	<b>28</b>
<b>4.2 Resultados dos Questionários .....</b>	<b>35</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>39</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>40</b>
<b>APÊNDICE.....</b>	<b>41</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O ensino de Física tem-se realizado frequentemente mediante a apresentação de leis, conceitos e fórmulas, de modo desarticulado, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e vazios de significado (BRASIL, 2000). Percebe-se a necessidade e importância de tornar o ensino de Física mais próximo e atrativo para os alunos.

O conteúdo das Leis de Newton está dentre os primeiros tópicos abordados na disciplina de Física no Ensino Médio, exigindo dos alunos mais reflexões, mais formalismo e também a re/desconstrução de concepções acerca de fenômenos físicos. Trata-se de um assunto de difícil aprendizagem tendo em vista as concepções alternativas trazidas pelos estudantes, em especial, a associação entre força e velocidade e não entre força e aceleração, no estudo de movimentos (BERNARDES, 2016). Por tudo isso, existe uma necessidade de os conteúdos serem estudados com maior rigor e dedicação no que se refere aos conceitos por trás de cada fenômeno. O uso da experimentação é uma das estratégias para auxiliar no ensino-aprendizado dos alunos.

O estudo das Leis de Newton de forma prática no Ensino Médio favorece a aprendizagem porque através das práticas os alunos podem entender melhor os conteúdos. Para realizar uma aula prática em disciplina de Física numa escola, é necessário um laboratório ou pode-se fazer o uso de experimentos de baixo custo, que possam auxiliar no desenvolvimento dos conhecimentos e na aprendizagem.

Os experimentos possibilitam conhecer uma nova experiência e saber como e quando as Leis de Newton podem estar presentes no dia-a-dia. E são uma estratégia didática para aprimorar a compreensão do aluno, indicando que a Física não é especificamente um simples conjunto de fórmulas. Para que a aula experimental assuma essa condição de desencadeadora de aprendizagens, a atividade experimental deve estar inserida em um contexto que desafie às noções prévias que o aluno apresenta e avance no sentido de tornar esse conhecimento mais complexo.

Esse trabalho tem o objetivo de ensinar as Leis de Newton em uma sala do 1º ano do Ensino Médio através de uma aula teórica e prática, utilizando experimentos de baixo custo e relacionando os conteúdos com o dia-a-dia dos alunos, e verificar a aceitação e evolução dos alunos a partir desta estratégia de ensino.

Esta monografia está dividida em cinco capítulos, sendo o primeiro esta introdução; o segundo capítulo é a fundamentação teórica em que se aborda sobre o ensino de Física no Ensino Médio, o ensino utilizando experimentação e as leis de Newton; o terceiro trata da

metodologia utilizada nesta pesquisa; o quarto apresenta os resultados e discussões; e o quinto as conclusões. Por fim, tem-se as referências e, no apêndice, o questionário aplicado antes e após a aula.

## 2. O Ensino de Física no Ensino Médio

O ensino de Física deve ser feito de forma a mostrar aos alunos que essa Ciência está presente em nosso dia-a-dia, ou seja, a Física está relacionada a quase tudo na vida. Quando alguém se movimenta ou pratica exercícios físicos, está vivenciando uma situação na qual a Física está presente. Relacionar matérias, levar experimentos para sala de aula, mostrar como que funciona na prática faz com que o aluno se motive e se interesse pela matéria estudada. A prática é uma das melhores opções, nela o educando pode perceber a matéria, ver como funciona a teoria na prática. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio (PCNEM):

O ensino da Física no ensino médio contribui 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 (BRASIL, 2000).

O aprendizado da Física promove a articulação de toda uma visão de mundo, de uma compreensão dinâmica do universo, mais ampla do que nosso entorno material imediato, capaz, portanto, de transcender nossos limites temporais e espaciais. Assim, ao lado de um caráter mais prático, a Física revela também uma dimensão filosófica, com uma beleza e importância que não devem ser subestimadas no processo educativo. O PCNEM destaca que:

O aprendizado de Física tem características específicas que podem favorecer uma construção rica em abstrações e generalizações, tanto de sentido prático como conceitual. Levando-se em conta o momento de transformações em que vivemos, promover a autonomia para aprender deve ser preocupação central, já que o saber de futuras profissões pode ainda estar em gestação, devendo buscar-se competências que possibilitem a independência de ação e aprendizagem futura (BRASIL, 2000).

Ainda de acordo com o PCNEM, o ensino de Física tem-se realizado frequentemente mediante a apresentação de leis, conceitos e fórmulas, de modo desarticulado, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e vazios de significado. É evidente a necessidade e importância de tornar o ensino de Física mais próximo e atrativo para os alunos.

O tratamento da Mecânica, na qual as Leis de Newton estão inseridas, pode ser o espaço adequado para promover conhecimentos a partir de um sentido prático e vivencial macroscópico, dispensando modelagens mais abstratas do mundo microscópico. Isso



significaria investigar a relação entre forças e movimentos, a partir de situações práticas, discutindo-se tanto a quantidade de movimento quanto as causas de variação do próprio movimento (BRASIL, 2000).

Além disso, é na Mecânica onde mais claramente é explicitada a existência de princípios gerais, expressos nas leis de conservação, tanto da quantidade de movimento quanto da energia, instrumentos conceituais indispensáveis ao desenvolvimento de toda a Física. Nessa abordagem, as condições de equilíbrio e as caracterizações de movimentos decorreriam das relações gerais e não as antecederiam, evitando-se descrições detalhadas e abstratas de situações irreais, ou uma ênfase demasiadamente matematizada como usualmente se pratica no tratamento da Cinemática (BRASIL, 2000).

A presença do conhecimento de Física no ensino médio ganhou um novo sentido a partir das diretrizes apresentadas nos Parâmetros Curriculares. Trata-se de construir uma visão da Física que esteja voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade.

A Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. Isso implica, também, na introdução à linguagem própria da Física, que faz uso de conceitos e terminologia bem definidos, além de suas formas de expressão, que envolvem, muitas vezes, tabelas, gráficos ou relações matemáticas. Ao mesmo tempo, a Física deve vir a ser reconhecida como um processo cuja construção ocorreu ao longo da história da humanidade, impregnado de contribuições culturais, econômicas e sociais, que vem resultando no desenvolvimento de diferentes tecnologias e, por sua vez, por elas impulsionado (BRASIL, 2002).

O ensino de Física vem deixando de concentrar-se na simples memorização de fórmulas ou repetição automatizada de procedimentos, em situações artificiais ou extremamente abstratas, ganhando consciência de que é preciso dar-lhe um significado, explicitando seu sentido já no momento do aprendizado, na própria escola média (BRASIL, 2002).

Muitas vezes o ensino de Física inclui a resolução de inúmeros problemas, onde o desafio central para o aluno consiste em identificar qual fórmula deve ser utilizada. Esse tipo de questão, que exige, sobretudo, memorização, perde sentido se desejamos desenvolver outras competências. Não se quer dizer com isso que seja preciso abrir mão das *fórmulas*. Ao contrário, a formalização matemática continua sendo essencial, desde que desenvolvida como

síntese dos conceitos e relações, compreendidas anteriormente de forma fenomenológica e qualitativa (BRASIL, 2002)

O estudo das Leis de Newton, por se tratar de um dos primeiros tópicos abordados na disciplina de Física, exige dos alunos mais reflexões, mais formalismo e também a re/desconstrução de concepções acerca de fenômenos físicos. Trata-se de um conteúdo de difícil aprendizagem tendo em vista as concepções alternativas trazidas pelos estudantes, em especial, a associação entre força e velocidade e não entre força e aceleração, no estudo de movimentos (BERNARDES, 2016). Por tudo isso, existe uma necessidade de os conteúdos serem estudados com maior rigor e dedicação no que se refere aos conceitos por trás de cada fenômeno. O uso da experimentação é uma das estratégias para auxiliar no ensino-aprendizado dos alunos.

## **2.1 O Ensino de Física utilizando experimentos**

A experimentação remonta um papel crucial na física, desde a sua primeira colaboração para fins de elucidação de um fenômeno físico até a contribuição para as teorias físicas.

Experimentação significa experiência, conhecimento de coisas pela observação, perícia, habilidade que se adquire pela prática (MOREIRA *et al.*, 2015). Experimentos, para Galileu, consistiam tanto em experimentos reais como em “experimentos mentais” que, por serem de execução difícil ou impossível, ocorrem na mente do cientista. Esse tipo de experimento é uma ferramenta muito importante no desenvolvimento de teorias (MOREIRA *et al.*, 2015).

O experimento de baixo custo é aquele cujo material seja reutilizado ou adquirido facilmente no mercado, comparado com o valor dos experimentos vendidos comercialmente, e que substitui o experimento que normalmente seria realizado em um laboratório convencional.

Os experimentos didáticos denominados de “baixo custo” vêm, há tempos, sendo uma linha de desenvolvimento de aparelhos e experimentos didáticos muito empregada no ensino de Física. O interesse por experimentos de baixo custo no ensino de Física é salutar aos objetivos didáticos, no que se diz respeito à forma de como o educando irá interagir com a teoria aprendida em sala de aula ao se deparar com a prática vivenciada no seu cotidiano.

Os experimentos de baixo custo apresentam várias vantagens, em muitas das propostas dispensam o uso de laboratório ou de assistente, além do mais, as atividades podem ser realizadas em outros ambientes que não sejam o laboratório, tais como a sala de aula, o pátio

da escola ou uma praça. Levando-se em conta que os materiais são de fácil aquisição, os equipamentos podem ser construídos em casa pelos próprios alunos, não havendo a necessidade de manutenção e de assistentes de laboratório para que os experimentos se realizem. Essa praticidade de manuseio serve como uma saída à questão do tempo de preparação das atividades experimentais reclamada pelos educadores, que são capazes de orientar seus alunos através de uma explicação básica para o que desejam. Os experimentos de baixo custo são planejados para estar ao alcance de professores e alunos, pois não há dificuldade de se trabalhar com eles (MOREIRA *et al.*, 2015).

Uma das preocupações que surgem do incentivo das aulas experimentais é quanto à acessibilidade dos materiais utilizados, ao contrário do que pudesse pensar para se realizar uma atividade experimental, não se faz necessária a utilização de instrumentos pouco acessíveis para o aluno. Em muitos sites da internet, são mostrados uma grande variedade de vídeos que ensinam a produção de experimentos utilizando somente materiais de baixo custo, ou seja, com materiais que são facilmente encontrados até na nossa própria casa.

Um fator preocupante em relação a aplicação da experimentação é o fato de mesmo o aluno sendo exposto a uma atividade prática, ele não conseguir através dela relacionar o conteúdo com o seu cotidiano, dessa forma, não construindo um aprendizado relevante, já que o experimento serviria somente como um motivador (PEREIRA *et al.*, s.d). Esse é um dos problemas recorrentes, não só no ensino de Física, mas no ensino de ciências em geral, onde existe a falta de relacionamento da disciplina com o dia-a-dia do aluno, tornando o conhecimento dela sem relevância (PEREIRA *et al.*, s.d).

Segundo Pereira *et al.* (s.d), a grande vantagem de realizar uma atividade experimental é discutir a ciência que está nela envolvida e exemplificar como ela está presente no nosso cotidiano, permitindo a existência de uma ponte que interligue o conhecimento científico com a realidade que o aluno está inserido.

É de fundamental importância o conhecimento dessas relações, para que os alunos vejam na ciência e na Física algo que se aproxime mais da sua realidade, despertando neles, além do interesse maior, uma visão menos distorcida da construção da ciência, além de conscientizá-los sobre seu papel na sociedade ou ainda estimulá-los a adotar atitudes críticas diante dos problemas sociais e ambientais da atualidade (PEREIRA *et al.*, s.d).

Dessa forma, percebe-se a necessidade e a importância de o professor mediar essas atividades experimentais, contextualizar através delas os fenômenos observados com a

realidade vivida pelo aluno, ou seja, não apenas ser um demonstrador do fenômeno físico, mas inseri-lo em um contexto que o aluno perceba que ele realmente existe.

## **2.2 Leis de Newton**

Galileu Galilei (1564-1642) e Isaac Newton (1643-1727) se preocuparam em formular as leis dos movimentos dos corpos e ajudaram a construir a Ciência como a entendemos hoje. Ambos foram fundamentais na formulação das leis dos movimentos dos corpos.

Newton estabeleceu leis que descrevem o movimento e o equilíbrio dos corpos, que passaram a ser conhecidas como "as leis de Newton". Estas leis, também conhecidas como as leis dos movimentos, relacionam movimento e força. Concordando com as ideias de Galileu, de que um corpo pode estar em movimento mesmo que nenhuma força atue sobre ele, Newton as utilizou no enunciado de sua primeira lei (CECON, 2011). A seguir serão abordadas as três leis de Newton.

### **2.2.1 Primeira Lei de Newton.**

A Primeira Lei de Newton, conhecida como Lei da Inércia, pode ser assim enunciada:

Um corpo que está em repouso tende a permanecer em repouso, a menos que sobre ele passe a atuar uma força resultante. E um corpo que está em movimento retilíneo e uniforme tende a permanecer em movimento retilíneo e uniforme, a menos que sobre ele passe a atuar uma força resultante (CECON, 2011).

Newton apresentou a primeira lei a fim de estabelecer um referencial para as leis seguintes. A primeira lei postula a existência de pelo menos um referencial, chamado referencial newtoniano ou inercial, relativo ao qual o movimento de uma partícula não submetida a forças é descrito por uma velocidade constante. A primeira Lei de Newton nos diz que “todo corpo persiste em seu estado de repouso, ou de movimento retilíneo uniforme, a menos que seja compelido a modificar esse estado pela ação de forças impressas sobre ele” (NUSSENZVEIG, 2002). Veja o exemplo da Figura 1 do cavalo e do cavaleiro, levando em consideração que ambos estão inicialmente em movimento (vamos considerar esse movimento retilíneo uniforme).



Figura 1.1: Exemplificação da Primeira Lei de Newton no movimento do cavalo e do cavaleiro. Fonte: GOMES, s.d.

Quando o cavalo freia subitamente, ou seja, exerce uma força para parar, o cavaleiro que estava em movimento tende a continuar em movimento, sendo então lançado para frente, pois nenhuma força foi aplicada ao cavaleiro. Este é um exemplo da primeira Lei de Newton.

### 2.2.2 Segunda Lei de Newton

A Segunda Lei de Newton diz que a força resultante que age sobre um corpo é a taxa de variação temporal do momento ou quantidade de movimento (NUSSENZVEIG, 2002, p. 72):

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d(m\vec{v})}{dt} \quad (1)$$

onde  $\vec{F}$  é a força resultante,  $\vec{p}$  ( $=m\vec{v}$ ) é o momento ou quantidade de movimento,  $m$  é a massa do corpo; e  $\vec{v}$  é a velocidade. O segundo termo da equação indica a derivada do momento em relação ao tempo. No Ensino Médio, não se aborda o conceito de derivada, mas, no caso da massa do corpo ser constante, a equação 1 pode ser escrita como:

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

que é a forma em que a 2ª Lei é vista no Ensino médio, onde  $\vec{a}$  é a aceleração do corpo. Pode-se enunciá-la da seguinte maneira: a força resultante que age sobre um corpo é igual ao produto da massa do corpo por sua aceleração. De acordo com a equação 2, a força resultante e a aceleração são diretamente proporcionais e a massa do corpo é a constante de proporcionalidade.

Segundo Cecon (2011), a força, em Física, é qualquer ação ou influência que modifica o estado de repouso ou de movimento de um corpo. Quando várias forças atuam sobre um corpo, elas se somam vetorialmente, para dar lugar a uma força total ou resultante. No Sistema Internacional de Unidades (SI), a força é medida em newton (N), sendo que, observando a equação 2, 1 Newton equivale a:

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m/s}^2 \quad (3)$$

“Uma das propriedades das forças é a capacidade de provocar deformações em certos corpos” (CECON, 2011). A Figura 2 ilustra um exemplo da 2ª Lei de Newton.

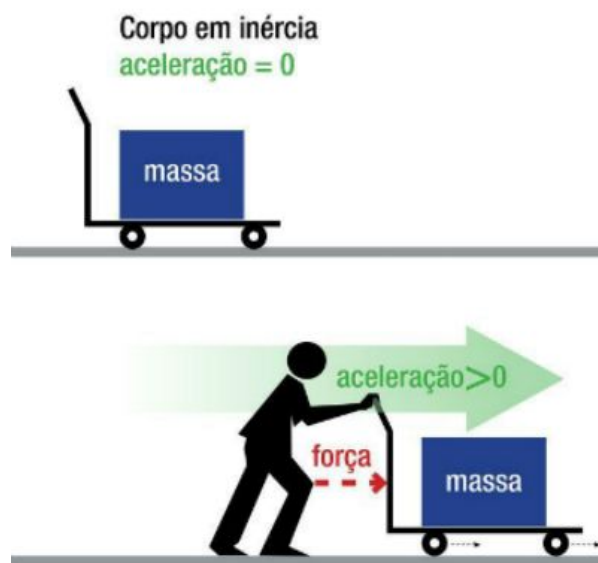


Figura 2.2: Uma ilustração da Segunda Lei de Newton. Fonte: Todamatéria.

No quadro superior, a aceleração é nula e nenhuma força atua no carrinho, estando de acordo com a equação 2; no quadro inferior, uma pessoa aplica uma força no carrinho e este adquire uma aceleração, variando a velocidade do mesmo que inicialmente era nula. Se a massa fosse duplicada, a aceleração se reduziria pela metade, caso a força aplicada fosse a mesma.

### 2.2.3 Terceira Lei de Newton

A Terceira Lei de Newton descreve o resultado da interação entre dois corpos/objetos. Ela pode ser enunciada da seguinte maneira:

Para qualquer força que um corpo A aplique a um corpo B, haverá uma força de mesma intensidade, de mesma direção, mas de sentido contrário, aplicada pelo corpo B ao corpo A. Uma dessas forças, não importa qual, pode ser chamada de ação, e a outra, reação (CECON, 2011).

A partir desse enunciado, podemos entender que as **forças sempre atuam aos pares**. Nunca existirá ação sem reação, de modo que a resultante entre essas forças não pode ser nula, pois elas atuam em corpos diferentes.

A 3ª Lei de Newton também é conhecida como “Princípio da Ação e Reação”. A Figura 3 ilustra a situação em que alguém leva uma bolada no rosto. Pode-se dizer que a ação seria a força exercida pela bola sobre o rosto da pessoa (a pessoa consegue “sentir” esta força) e a reação seria a força feita pelo rosto sobre a bola (essa força é que faz a bola seguir na direção contrária ao rosto após a colisão).



Figura 2.3: Exemplificação da Terceira Lei de Newton, na colisão de uma bola de basquete no rosto de uma pessoa. Fonte: SILAS, s.d.

As duas forças possuem exatamente a mesma intensidade, mesma direção, mas são aplicadas em sentidos opostos.  $F_{BR}$  é a força da bola sobre o rosto, e  $F_{RB}$  é a força do rosto sobre a bola.

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Caracterização do ambiente escolar**

O trabalho foi realizado na Escola de Ensino Médio de Tempo Integral Padre Saraiva Leão, localizada no município de Redenção, Ceará, na Praça Joaquim Távora, 160, Centro. A escola possui 3 (três) séries, que são série do 1º Ano, 2º Ano e 3º Ano. O total dos alunos é de aproximadamente 250 alunos.

O espaço físico da escola possui 6 (seis) salas de aula, sendo 2 (duas) salas de 1º Ano, 2 (duas) salas de 2º Ano e 2 (duas) salas de 3º Ano. Além disso, possui sala de Diretoria, sala de secretaria, sala de Professores, sala do Laboratório de Informática, Laboratório de Ciências, sala de leitura, cozinha, banheiro para ambos os sexos e adequado a alunos com deficiência ou mobilidade reduzida, e tem pátio coberto e pátio descoberto.

#### **3.2 Caracterização da pesquisa**

A pesquisa consistiu de caráter descritivo exploratório e foi realizada em uma das turmas do 1º Ano que possui vinte e cinco (25) alunos. Os instrumentos utilizados foram questionário (pré e pós- teste, idênticos), aula teórico-experimental sobre as Leis de Newton. Para a aula, utilizou-se o quadro, pincel, apagador, data show e experimentos de baixo custo que serão descritos mais adiante. A pesquisa foi dividida em três etapas:

A primeira etapa consistiu em aplicar o questionário antes da aula, para verificar o conhecimento prévio dos alunos.

A segunda etapa correspondeu a aula na turma do 1º ano, em que foram trabalhados os conceitos sobre as Leis de Newton, utilizando exemplos do cotidiano e explicando detalhadamente o assunto. Após a explicação e exemplificação de cada uma das três leis, foi realizado um experimento e solicitada a participação dos alunos na execução dos mesmos.

A terceira etapa consistiu na aplicação do pós-teste, que era o mesmo questionário aplicado anteriormente à aula, acrescido da pergunta sobre a opinião dos alunos sobre a aula, como está apresentado no Apêndice.

#### **3.3 Experimentos realizados**



Seguem abaixo os detalhes dos experimentos que foram realizados em sala de aula:

Experimento sobre a 1ª lei de Newton: Princípio da Inércia

a) Ovo sobre uma cartolina e um copo.

Materiais:

- Um ovo;
- Uma tampinha de refrigerante;
- Um copo com água;
- Uma cartolina em formato quadrado, com área maior que a “boca” do copo.

Relatar: i) fechar a boca do copo cheio d’água com a cartolina, colocar a tampinha de refrigerante sobre a cartolina e, sobre a tampinha, colocar o ovo, como mostra a Figura 3.1 (a); ii) observar que o ovo está em repouso sobre a tampinha que está apoiada sobre a cartolina e esta, por sua vez, está apoiada sobre o corpo; iii) puxar a cartolina bruscamente para fora do copo. A Figura 3.1 (b) mostra o resultado desta ação.

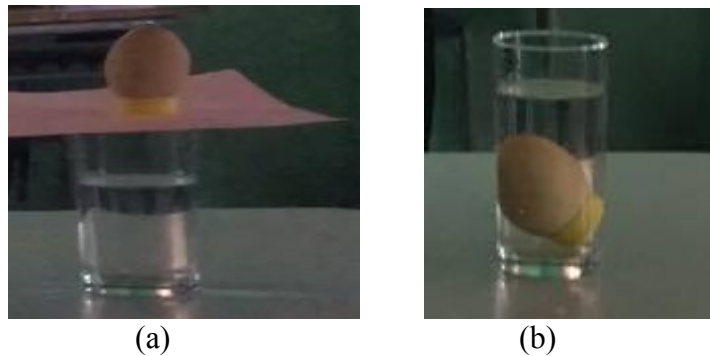


Figura 3.1: a) Foto antes e (b) depois de puxar a cartolina. Fonte: Próprio autor.

Experimento sobre a 2ª Lei de Newton

b) Catapulta

Materiais:

- Doze elásticos;
- Borracha
- Sete lápis de cor de tamanhos iguais;
- Dez copos descartáveis;
- Bolas feitas de papel, de diferentes tamanhos.

Relatar: i) fazer um triângulo com três lápis de cor e passar os elásticos nas pontas diversas vezes; ii) colocar o triângulo pronto na horizontal e fazer um segundo triângulo na vertical, aproveitando um dos lados do triângulo da base e utilizando mais dois lápis de cor; iii) a partir do vértice livre do triângulo horizontal, colocar um lápis de cor para cada metade dos dois lados do triângulo vertical, fixando as pontas com elásticos; iv) amarrar a borracha para os lápis, como mostra a Figura 3.2; v) Colocar os dez copos de plástico, em forma de pirâmide, na frente da catapulta; vi) Colocar uma bola de papel na borracha, puxar até um ponto de referência e soltar na direção dos copos; vii) Variar as massas das bolas e repetir o procedimento.



Figura 3.2: Experimento da catapulta. Fonte: Próprio autor.

Experimento sobre a 3ª Lei de Newton

c) Foguete de balão

Materiais:

- Corda (cerca de 6,5 m);
- Balão;
- Canudo;
- Borracha;
- Fita adesiva; e
- Duas cadeiras.

Relatar: i) Amarrar uma extremidade da corda em uma cadeira e colocar a outra cadeira distante da primeira (cerca de 6,0 m); ii) Encher o balão inflável, amarrar a boca do balão com uma borracha; iii) Com a fita adesiva, colar o canudo no centro do balão e colocar a corda dentro do canudo lentamente (Figura 3.3a); iv) prender a outra extremidade da corda na outra cadeira, deixando a mesma esticada; v) Colocar o balão próximo a uma das extremidades da corda e soltar a borracha que prende a boca do balão (Figura 3.3b).



Figura 3.3: Experimento do balão de Foguete. Fonte: Próprio autor.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No dia da apresentação na turma do 1º ano na Escola Padre Saraiva Leão estavam presentes 24 (vinte e quatro) alunos. Aplicou-se o questionário no início e após a aula, cujo resultado será apresentado no final desta seção.

### 4.1 Resultados da Aula

Inicialmente foi feita uma apresentação histórica, introduzindo sobre o cientista inglês Isaac Newton, como mostra a Figura 4.1.



Figura 4.1: Introdução da apresentação. Fonte: Próprio autor.

Em seguida, apresentou-se a Primeira Lei de Newton e foi preparado o experimento para demonstrar de forma prática essa lei para os alunos. A Figura 4.2 mostra o momento da preparação utilizando um copo com água, um pedaço de cartolina, uma tampinha de refrigerante e um ovo. A Figura 4.3 exhibe a realização do experimento antes e após a aplicação da força na cartolina.



Figura 4.2: Preparação do experimento da Primeira Lei de Newton. Fonte: Próprio autor.



(a)



(b)

Figura 4.3: Momento do experimento: (a) antes e (b) após a aplicação da força na cartolina.

Fonte: Próprio autor.

Antes de aplicar a força na cartolina, foi perguntado aos alunos o que eles achavam que iria acontecer. A maioria disse que achava que o ovo iria cair no chão e quebrar e estava com medo disso acontecer. Após a retirada da cartolina e a verificação de que o ovo não seguiu com a cartolina, mas caiu dentro do copo, os alunos ficaram surpresos. Essa reação deles mostrou que o experimento despertou a curiosidade dos alunos. Em seguida, foi explicado que como a força foi aplicada somente na cartolina, quando a mesma é retirada, o ovo e a tampinha perdem o contato com a cartolina e são acelerados pela força gravitacional na direção vertical, para baixo, e entram pela boca do copo, como mostra a Figura 4.3 (b). A Figura 4.4 mostra o diagrama das forças que atuam no ovo e a força  $F$  que é aplicada na cartolina.

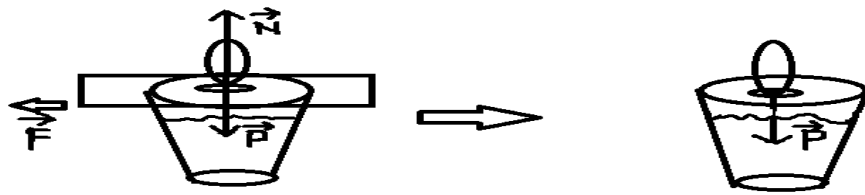


Figura 4.4: Forças que atuam no ovo e a força  $F$  que é aplicada para retirar a cartolina.

Fonte: Próprio autor.

Pode-se dizer que a apresentação prática da Lei da Inércia motivou para que os alunos assimilassem melhor essa lei.

Posteriormente, foi apresentada a Segunda Lei de Newton no slide, como mostra a Figura 4.5.



Figura 4.5: Explicação da Segunda Lei de Newton. Fonte: Próprio autor.

E também foi apresentada a equação fundamental da Segunda Lei de Newton que diz que a força resultante que age sobre um corpo é igual ao produto da massa do corpo por sua aceleração, conforme a equação 2 ( $\vec{F} = m\vec{a}$ ).

Em seguida, foi trabalhada no quadro uma questão do slide que apresentava corpos de diferentes massas submetidos a uma força de mesma intensidade e calculou-se a aceleração de cada corpo, verificando que a aceleração é inversamente proporcional a massa. A Figura 4.6 mostra esse momento na sala de aula.



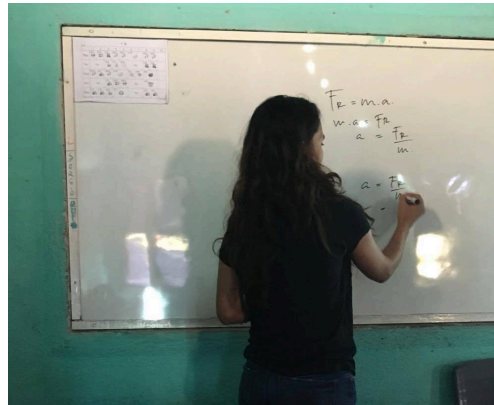
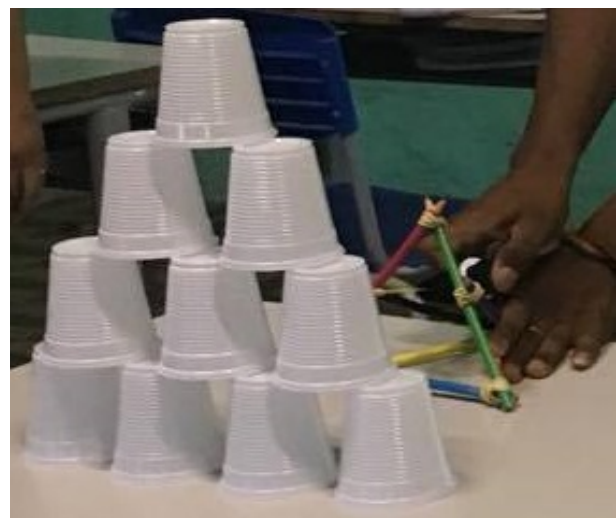


Figura 4.6: Aplicação da equação da Segunda Lei de Newton. Fonte: Próprio autor.

Depois de apresentar a Segunda Lei de Newton, foi preparado o experimento da Catapulta para demonstrar de forma prática essa lei para os alunos, como mostra a Figura 4.7. Inicialmente, uma bolinha de papel foi posicionada no elástico da catapulta, o elástico foi puxado em diferentes posições, para que a força variasse, e, em seguida, foi solto (Figura 4.7 b).



(a)



(b)

Figura 4.7: Preparação do experimento da Catapulta para demonstrar a Segunda Lei de Newton. Fonte: Próprio autor.

A Figura 4.8 mostra um dos resultados do experimento. Essa primeira parte da prática mostrou que quanto maior a força (elástico mais esticado), maior a aceleração e, por isso, mais copos foram derrubados.



Figura 4.8: Resultado do experimento da Segunda Lei de Newton. Fonte: Próprio autor.

Depois, bolinhas de papel amassado de diferentes massas foram posicionadas no elástico da catapulta, o elástico foi puxado até um ponto de referência. Foi explicado que como a borracha é puxada até o mesmo ponto de referência, a força elástica que atua nas bolas de papel é a mesma. Sendo  $\vec{F} = m\vec{a} = \text{constante}$ , ao colocar um objeto de massa maior, menor será a aceleração; e ao colocar um objeto de massa menor, maior será a aceleração, mostrando que a massa e a aceleração são inversamente proporcionais. A diferença de aceleração pôde ser percebida quando as bolas atingiam os copos.

Os alunos mostraram interesse no experimento e quase todos quiseram também testar e fazer suas verificações, como mostra a Figura 4.8. Eles disseram que gostaram muito da prática e entenderam que quando utilizam objetos de massas diferentes e aplica-se a eles a mesma força, o resultado mostra o seguinte: quanto maior a massa, menor será a aceleração e quanto menor a massa, maior será a aceleração. Essa prática permitiu demonstrar a Segunda Lei de Newton, fazendo com que sua equação fundamental fosse testada em sala de aula utilizando materiais de baixo custo. Percebeu-se que os alunos foram sujeitos ativos da aprendizagem e ficaram motivados com este simples experimento.





Figura 4.9: Participação de um aluno no experimento da Segunda Lei de Newton. Fonte: Próprio autor.

Dando continuidade à aula, apresentou-se a Terceira Lei de Newton que diz “para toda ação (força) sobre um objeto A, em resposta à interação com outro objeto B, existirá uma reação (força) em B de mesmo valor, mesma direção e no sentido oposto” (RODRIGUES; CASTILHO, 2012). A Figura 4.10 mostra o momento da explicação desta lei:



Figura 4.10: Apresentação da Terceira Lei de Newton. Fonte: Próprio autor.

Em seguida, mostrou-se o experimento da Terceira Lei de Newton do foguete de balão. A Figura 4.11a mostra o momento anterior ao balão ser solto e a Figura 4.11b apresenta o resultado final, após o balão ter sido soltado.



(a)



(b)

Figura 4.11: Experimento da Terceira Lei de Newton: a) antes de soltar o balão; b) após soltar o balão. Fonte: Próprio autor.

Os alunos ficaram bem atentos durante a realização do experimento. Depois do resultado do experimento, foi explicado aos alunos como este experimento apresenta as forças

de ação e reação: ao soltar a boca do balão, o balão vai para frente enquanto o ar dentro dele vai para trás; isso porque o balão empurra o ar para trás (força de ação) e o ar empurra o balão para frente (força de reação), estando de acordo com a Terceira Lei de Newton, como sabemos:

$$F_{\text{ação}} = -F_{\text{reação}} \quad (4)$$

Os alunos perceberam que o experimento mostrou exatamente a ação e reação. Este experimento demonstra também como é o movimento dos foguetes, em que o combustível é queimado e lançado para trás e o foguete é lançado para cima.

Depois dos experimentos, aplicou-se um exercício com 5 (cinco) questões para os alunos tentarem responder. Dado o avançar da hora, o exercício foi respondido na lousa juntamente com os alunos. Neste momento, verificou-se que os estudantes têm muita dificuldade nas operações matemáticas simples, como divisão com decimal (por exemplo,  $2 \div 0,5$ ). Eles também apresentaram dificuldades nas questões teóricas, mas o fato de tais questões terem sido respondidas em conjunto pode ter auxiliado para fixação e esclarecimento do conteúdo.

## 4.2 Resultados dos questionários

Analisando o questionário de maneira geral, obteve-se a resposta de 24 alunos antes da aula e de 23 alunos depois da aula e o resultado foi o seguinte.

**Primeira questão:** “o que é preciso fazer para que um objeto (por exemplo, uma cadeira) entre em movimento?”

Pré-teste

Quantidade de alunos	Respostas
13	Era preciso aplicar uma força sobre ele, mostrando que os mesmos possuem algum conhecimento sobre força e estando de acordo com o esperado.

10	Era preciso empurrar o objeto, demonstrando que tem o entendimento da situação, porém sem apresentar o conhecimento Físico sobre força.
1	Não respondeu essa primeira questão.

**Segunda questão:** “Imagine um bloco em movimento numa reta e com velocidade constante. Caso nenhuma força atue sobre ele, o bloco irá permanecer com esse movimento ou irá parar?”

Pré-teste

Quantidade de alunos	Respostas
17	O bloco irá permanecer com em movimento, estando de acordo com o esperado.
5	O bloco irá parar.
2	Não responderam

Pós- teste

Quantidade de alunos	Respostas
19	O bloco irá permanecer com em movimento, mostrando que houve um aumento da resposta correta.
2	O bloco irá parar.
2	Não responderam

**Terceira questão:** “Ao chutar uma bola de plástico e uma bola de ferro com a mesma força, qual das duas alcançará maior distância?”.

## Pré-teste

<b>Quantidade de alunos</b>	<b>Respostas</b>
21	A bola de plástico iria mais distante.
3	A bola de ferro alcançaria maior distância.

## Pós-teste

<b>Quantidade de alunos</b>	<b>Respostas</b>
22	A bola de plástico que iria mais distante.
1	A bola de ferro iria mais distante.

**Quarta questão:** “Você acha que ao empurrar com a mão uma porta, a porta exerce uma força na sua mão?”.

## Pré-teste

<b>Quantidade de</b>	<b>Respostas</b>
----------------------	------------------

alunos	
19	A porta exerce uma força na mão, estando de acordo com o esperado.
5	A porta não exerce uma força na mão.

No pós-teste, **todos** os alunos responderam corretamente, dizendo que ao empurrar com a mão uma porta, a porta exerce uma força na mão.

Este resultado mostrou que houve o entendimento sobre as forças de ação e reação, da Terceira Lei de Newton, e uma mudança positiva na resposta.

Na quinta questão após-aula que diz: “Você gostou dos experimentos apresentados?”, todos os estudantes responderam que gostaram, mostrando que a utilização de experimentos pode auxiliar no processo de aprendizagem. E na última questão em que é solicitado que os alunos falem o que acharam da aula e dos experimentos, algumas respostas foram:

ALUNO 1 “O experimento ajudou a entender com mais clareza da matéria.”

ALUNO 2 “Contribui para um melhor aprendizado.”

ALUNO 3 “Boa porque teve mais experiências.”

ALUNO 4 “Entendi como funciona o experimento e segunda Lei de Newton.”

ALUNO 5 “Tirou-me todas as dúvidas que tinha.”

ALUNO 6 “Sim. Porque os experimentos me ajudaram muito.”

ALUNO 7 “Aprendemos mais sobre os experimentos e as Leis de Newton.”

ALUNO 8 “Apreendi coisas que eu não sabia.”

ALUNO 9 “Foi muito legal.”

As respostas confirmaram que os alunos tiveram interesse pela aula e experimentos, mostrando que é possível ensinar física de forma mais prática e de modo a proporcionar uma maior interação dos alunos com o professor e o conteúdo, resultando em um melhor aprendizado.

## 5 CONCLUSÃO

A partir deste trabalho que envolveu uma aula teórico-experimental e buscou aproximar o conteúdo da realidade dos alunos, percebeu-se que os experimentos ajudaram os estudantes a compreender melhor as Leis de Newton, que possuem grande importância no estudo da Física. Além de os alunos aprenderem a teoria, a prática se fez importante para que os alunos desenvolvessem melhor seus conhecimentos. Nesta perspectiva de prática, existem materiais de baixo custo que podem ser utilizados nos experimentos com a finalidade de trazer mais sentido e significado a estas leis em questão.

No experimento da primeira lei de Newton, os alunos compreenderam que o corpo quando está em repouso continua em repouso e quando está em movimento retilíneo uniforme continua nesse movimento, a não ser que uma força seja aplicada a esse corpo. No experimento da segunda lei de Newton, os alunos entenderam que quando aplicam uma mesma força para as diferentes massas, os corpos adquirem acelerações diferentes, sendo a aceleração inversamente proporcional à massa. No experimento da terceira lei de Newton, os alunos conseguiram compreender que, quando existe uma interação entre dois corpos, o primeiro exerce uma força no segundo e segundo exerce uma força no primeiro de mesma intensidade, mesma direção e sentido oposto.

De modo geral, foi possível perceber que os alunos ficaram motivados com os experimentos e apresentaram uma evolução entre o pré e pós-teste. Além disso, relataram que gostaram da aula e que os experimentos ajudaram bastante para um melhor entendimento das Leis de Newton. Com isso, conclui-se que levar experimentos de baixo custo para sala de aula e buscar aproximar os conteúdos da realidade dos alunos contribui uma aprendizagem significativa.

Na minha perspectiva, pretendo levar essa experiência para o meu país Timor-Leste e buscar a informação de um evento seja na Universidade ou no Ensino Médio para apresentar este trabalho aos alunos participantes para que eles aumentem seus conhecimentos e melhorem sua aprendizagem.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio): ciência da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília. MEC, Parte III, 2000.

BRASIL. Ministério de Educação (MEC), Secretaria da Educação Média e Tecnológica (semtec). PCN+ Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnológicas. Brasília: MEC/Sentec, 2002.

BERNARDES, J. Aplicação do Método *Peer Instruction* na abordagem das leis de Newton no Ensino Médio. Dicteração de Mestrado. Instituto de Física – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2016.

CECON, A. A., **As três leis de newton na educação básica**. [S.d]. Disponível em: <<http://revistanativa.com/index.php/revistanativa/article/view/98/190>>. Acesso em: 26 ago. 2017.

GOMES, L. C. M., **Leis de newton**. [S.d]. Disponível em: <<http://www.cienciaviva.pt/desafios/desafio2/desafios2ferreira.pdf>>. Acesso em: 25 agosto 2017.

MOREIRA, M. L. B., **Experimentos de baixo custo no ensino de mecânica para o ensino médio**. Garanhuns. Nov.2015. Disponível em: <[http://www1.fisica.org.br/mnpef/sites/default/files/dissertacao\\_Marcos.pdf](http://www1.fisica.org.br/mnpef/sites/default/files/dissertacao_Marcos.pdf)>. Acesso em: 24 agus.2017.

NUSSENZVEIG, M. **Curso de Física Básica, Mecânica**. Vol 1, 4ª Edição, São Paulo: Edgard Blücher, 2002.

PEREIRA, A. B. B.; BEZERRA, C. J. S.; SILVA, O. **Uso da experimentação para o ensino de física: um relato de experiência na dilatação linear**. Pernambuco, [S.d]. Disponível em: <<http://loos.prof.ufsc.br/files/2016/03/USO-DA-EXPERIMENTA%C3%87%C3%83O-PARA-O-ENSINO-DE-F%C3%8DSICA-UM-RELATO.pdf>>. Acesso em: 24 agosto 2017.

RODRIGUES, S. de O.; CASTILHO, W. S., **A experimentação e o estudos das Leis de Newton**. [S.l] 2012. Disponível em: <<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/3874/1105>>. Acesso em: 26 agosto 2017.

SILAS, J.; **Brasil escola: Terceira lei de newton**. [S.d]. Disponível em: <<http://brasilecola.uol.com.br/fisica/terceira-lei-newton.htm>>. Acesso em: 28 agosto 2017.

TODAMATÉRIA. **Conteúdo escolares: Segunda lei de newton**. © 2011 – 2017. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/segunda-lei-de-newton/>>. Acesso em: 24 agosto 2017.



## APÊNDICE

## Questionário (ANTES)

1. O que é preciso fazer para que um objeto (por exemplo, uma cadeira) entre em movimento?
- 

2. Imagine um bloco em movimento numa reta e com velocidade constante. Caso nenhuma força atue sobre ele, o bloco irá permanecer com esse movimento ou irá parar?

Permanece em movimento	Irá parar
------------------------	-----------

3. Ao chutar uma bola de plástico e uma bola de ferro com a mesma força, qual das duas alcançará maior distância?

Plástico	Ferro
----------	-------

4. Você acha que ao empurrar com a mão uma porta, a porta exerce uma força na sua mão?

Sim	Não
-----	-----

5. O número total de forças no Universo é par ou Ímpar?

Par	Ímpar
-----	-------

## Questionário (DEPOIS)

1. O que é preciso fazer para que um objeto (por exemplo, uma cadeira) entre em movimento?

---

2. Imagine um bloco em movimento numa reta e com velocidade constante. Caso nenhuma força atue sobre ele, o bloco irá permanecer com esse movimento ou irá parar?

Permanece em movimento	Irá parar
------------------------	-----------

3. Ao chutar uma bola de plástico e uma bola de ferro com a mesma força, qual das duas alcançará maior distância?

Plástico	Ferro
----------	-------

4. Você acha que ao empurrar com a mão uma porta, a porta exerce uma força na sua mão?

Sim	Não
-----	-----

5. Você gostou dos experimentos apresentados?

Sim	Não
-----	-----

6. Fale abertamente sobre o que a aula dos experimentos contribuiu para você no seu entendimento das leis de Newton?

---