



**UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E
MUCURI-UFVJM**

DIRETORIA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA-DEAD

CURSO LICENCIATURA EM FÍSICA/DEAD

DULCILANE LOPES DA COSTA

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

MINAS NOVAS – MG 2024

DULCILANE LOPES DA COSTA

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

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado para obtenção do Diploma
de Graduação em Licenciatura em Física,
à Universidade Federal dos Vales do
Jequitinhonha e Mucuri de Minas Gerais.

Orientadora: Crislane de Souza Santos

MINAS NOVAS – MG

2024

DULCILANE LOPES DA COSTA

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

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Programa de Graduação em Educação da
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e
Mucuri, como requisito parcial para obtenção do título
de Licenciada em Física.

Orientadora: Crislane de Souza Santos

Data de aprovação: ____/____/____

Crislane de Souza Santos

Diretoria de Educação Aberta e a Distância-DEAD/UFVJM

Patrick Alves Vizzotto

Diretoria de Educação Aberta e a Distância-DEAD/UFVJM

Olavo Cosme da Silva

Instituto de Ciência e Tecnologia- ICT/UFVJM

MINAS NOVAS – MG 2024

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho a minha família pelas palavras de incentivo e ordem e aos meus amigos e professores que sempre me apoiaram e me deram forças para prosseguir em busca de meus objetivos, e principalmente a Deus pela graça de chegar até aqui.

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

RESUMO

Através de uma breve observação nas aulas de Física do Ensino Médio, é possível perceber as dificuldades enfrentadas pelos professores ao tentarem ensinar os conceitos teóricos de forma que os alunos se sintam motivados a prestar atenção nas aulas e a construir um pensamento crítico. Essa situação é especialmente prevalente nas escolas públicas, onde os recursos e as orientações para aulas práticas são frequentemente escassos ou até ignorados, devido à desmotivação que os educadores enfrentam em seu cotidiano profissional. As limitações financeiras, como a baixa remuneração, fazem com que os professores precisem ministrar aulas em várias escolas, o que acarreta um aumento na carga horária. Outro fator significativo que contribui para esse cenário é a mecanização do sistema educacional, na qual os alunos já internalizaram a ideia de que a Física é uma disciplina focada na aplicação de fórmulas. Além disso, o déficit que muitos estudantes apresentam em conceitos básicos de Matemática dificulta ainda mais a compreensão de determinados tópicos da Física e, consequentemente, reduz o interesse pela disciplina. Na literatura são apresentadas algumas metodologias de ensino que buscam contornar essa situação. Este trabalho teve como objetivo investigar, em algumas escolas públicas da região de Minas Novas-MG, a presença do Ensino de Física por meio da experimentação. Foi aplicada uma atividade e realizados experimentos de baixo custo, abordando conteúdos que podem ser trabalhados na primeira série do Ensino Médio. O estudo buscou comprovar que a utilização de experimentos de baixo custo auxilia o entendimento de conceitos básicos da Física. Os experimentos tiveram como foco as Leis de Newton. A proposta consiste em estimular os alunos a se interessarem mais pela disciplina, levantando a possibilidade de que, a partir desse engajamento, eles possam optar por áreas de exatas no ensino superior.

Palavras chaves: Ensino médio, Aprendizado, Experimentos de baixo custo, Ensino de Física.

ABSTRACT

Through a brief observation in high school physics classes, it is possible to perceive the difficulties faced by teachers in trying to teach theoretical concepts in a way that motivates students to pay attention and develop critical thinking. This situation is especially prevalent in public schools, where resources and guidance for practical classes are often scarce or even ignored, due to the demotivation that educators face in their professional daily lives. Financial constraints, such as low salaries, force teachers to work in multiple schools, leading to an increased workload. Another significant factor contributing to this scenario is the mechanization of the educational system, in which students have internalized the idea that physics is a discipline focused on the application of formulas. Moreover, the deficit that many students exhibit in basic mathematics concepts further hinders their understanding of certain topics in physics and consequently reduces their interest in the subject. The literature presents some teaching methodologies aimed at overcoming this situation. This study aimed to investigate the presence of physics teaching through experimentation in some public schools in the Minas Novas-MG region. A low-cost activity was implemented, involving experiments related to content that can be addressed in the first year of high school. The study sought to demonstrate that using low-cost experiments aids in understanding basic physics concepts. The experiments focused on Newton's Laws. The proposal is to stimulate students to take a greater interest in the subject, raising the possibility that, from this engagement, they may choose to pursue concrete fields in higher education.

Keywords: High school, Learning, Low-cost experiments, Physics education.

LISTA DE SIGLAS

BNCC- Base Nacional Comum Curricular.

MEC: Ministério da Educação e Cultura

LISTA DE FIGURAS

- 1- Figura 1: Montagem do experimento da Primeira Lei de Newton - Página 25
- 2- Figura 2: Demonstração do experimento da Segunda Lei de Newton - Página 26
- 3- Figura 3: Ilustração do movimento explicado pela Terceira Lei de Newton - Página 27
- 4- Figura 4: Representação gráfica dos resultados do questionário - Página 29
- 5- Figura 5: Gráfico comparativo entre aulas tradicionais e práticas experimentais - Página 31

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 JUSTIFICATIVA	8
3 OBJETIVOS	11
3.1 Objetivo Geral.....	11
3.2 Objetivos específicos.....	11
4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
4.1 As Leis de Newton.....	16
4.1.1 Primeira Lei de Newton (lei da inércia)	16
4.1.2 Exemplos da primeira Lei de Newton.	17
4.2 Segunda Lei de Newton	18
4.2.1 Fórmula da segunda Lei de Newton.....	19
4.2.2 Exemplos da Segunda Lei de Newton.....	20
4.3 Terceira Lei de Newton	21
4.3.1 Qual é a Terceira Lei de Newton	21
4.3.2 Efeitos das forças de ação e reação.....	21
4.3.3 Exemplo de aplicação da terceira lei de Newton	22
5 METODOLOGIA.....	23
5.1 Desenvolvimento.....	23
5.2 Experimentos Realizados.....	25
5.2.1 Experimento 1 (1ª lei de Newton).	25
5.2.2 Experimento 2(2ª lei de Newton).	26
5.2.3 Experimento 3 (3ª lei de Newton).	27
6. Resultados e discussões	28

6.1 Análise dos Gráficos referente a avaliação da Primeira lei de Newton.....	29
6.2 Análise dos Gráficos referente a Avaliação da Segunda lei de Newton.....	32
6.3 Análise dos Gráficos referente a Avaliação da terceira lei de Newton.....	34
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
8 REFERÊNCIAS	39
9- ANEXOS	41

1 INTRODUÇÃO

As Leis de Newton estão na ementa da disciplina de Física da primeira série ensino médio, esse conteúdo, assim como quase todo conteúdo da disciplina, geralmente é explicado por meios de conceitos abstratos e fórmulas, o que acaba tornando a aula monótona, de modo a não aguçar a curiosidade dos discentes para o conteúdo. A metodologia de ensino-aprendizagem adotada pelo professor interfere na forma a qual o aluno vê a disciplina e possui um papel importante no processo de aquisição de conhecimento por parte dos alunos. Segundo os autores Carvalho *et al* (2019) apontam que:

É provável que dentre as dificuldades no processo de ensino-aprendizagem de Física, a que ganhe o maior destaque, especialmente sobre a ótica dos alunos, seja o uso da metodologia expositiva e centrada na operacionalização matemática, deixando a experimentação longe do processo. (CARVALHO *et al* 2019, p. 265)

Deste modo, para alcançar um ensino significativo o qual contribua para formação de cidadãos críticos se faz necessário repensar as metodologias de ensino aprendizagem aplicadas ao ensino. Neste sentido, uma das formas de se atingir esse objetivo no ensino de Física, é a utilização da experimentação. De acordo com Soares Júnior (2011):

A abordagem experimental no ensino da Física pode proporcionar ao estudante uma visão do acontecimento fenomenológico, cujo processo de assimilação na aprendizagem será, então, mais bem aproveitado, por intermédio da ação didática onde o educador aguçará a curiosidade do aluno, o que o levará a entender, o fato ocorrido, seguindo os desenvolvimentos teóricos ativamente (Soares Júnior, 2011, p. 9).

Sabemos que o ensino de Física no ensino Médio é bem complexo, cabendo aos profissionais encontrar métodos de ensino que sejam atraentes e proveitosos. Analisando isso, tivemos a ideia de sugerir o uso de experimentos de baixo custo em sala de aula. Mas como fazer experimentos, se a escola não possui materiais suficientes? Logo, surge a ideia de usar materiais simples e de baixo custo. A utilização desses materiais se justifica pelo argumento de que esses materiais são facilmente encontrados no cotidiano dos alunos. Segundo Rosa (2003):

Esta alternativa é importante não somente por seu baixo custo, mas principalmente por eliminar equipamentos sofisticados que acabam se caracterizando como **caixas-pretas**. O contato do aluno com o equipamento de modo que ele compreenda o processo de construção e a utilização deste equipamento é um importante elemento motivador e desmistificador no desenvolvimento das atividades experimentais (ROSA, 2003, p. 25, grifo no texto).

Contudo, a aplicação dessa alternativa em sala de aula levanta vários questionamentos, como por exemplo: será que esse método experimental é mais proveitoso do que o método tradicional? Como será o aprendizado dos alunos? Será que a carga horária da disciplina permite a realização de tal atividade? Baseado nessas perguntas veio à ideia de propor uma intervenção pedagógica na primeira série do Ensino Médio da Escola Estadual de Lagoa Grande do município de Minas Novas, fazendo uso de experimentos com materiais de baixo custo no ensino de Física com aplicação nas Leis de Newton. E a partir dessa intervenção, tentar responder a essas questões.

Este trabalho busca explorar o impacto do uso de experimentos de baixo custo no ensino das Leis de Newton, investigando como essa abordagem pode contribuir para uma aprendizagem mais engajante e eficiente. A proposta é fundamentada na premissa de que, ao vivenciar situações práticas relacionadas aos conteúdos estudados, os alunos conseguem estabelecer conexões mais profundas entre teoria e prática, favorecendo o desenvolvimento de habilidades críticas e científicas.

2 JUSTIFICATIVA

O ensino de Física sempre foi motivo de preocupação para a maioria dos docentes que ministram esta disciplina. Os alunos, em sua maioria, mostram-se desestimulados, apresentam falta de atenção durante as aulas e, por fim, desinteresse em aprender os conhecimentos básicos pertencentes a Física. Pois, infelizmente a forma com que muitos professores ministram as suas aulas, majoritariamente, se limitam apenas à resolução de problemas e exercícios e exposição de conteúdos por parte do professor. Nesse formato tradicional de ensino, o professor seria detentor de todo o conhecimento e o aluno seria uma “caixa vazia” a qual, seria preenchida pelo conhecimento transmitido pelo professor.

Segundo Moreira (2021) são extremamente necessárias mudanças no que se refere ao ensino de Física. O primeiro passo a ser dado seria na metodologia de ensino adotada pelo professor. Trazer para sala de aulas metodologias diferentes de ensino. E uma das alternativas que podem ser usadas, sem lançar mão de grandes recursos financeiros e também de aproximar a Física ao cotidiano do estudante é a utilização de experimentos de baixo custo. Segundo Souza (2014, p.8):

[...] esse método de aprendizagem permite a mobilização do aprendiz, tirando-o da passividade. O autor considera que a riqueza das atividades experimentais proporciona aos estudantes o manuseio de coisas e objetos num exercício de simbolização ou representação, para se atingir a conexão dos símbolos. (SOUZA, 2014, p.8).

De acordo com Gil Pérez (1999) “as atividades experimentais ainda são apontadas como uma forma eficiente de contribuir para uma melhor aprendizagem no ensino de Ciências”. ARAÚJO, *et al* (2018) afirmam que a experimentação inova as aulas e assim motiva os alunos, já que conseguem através da mesma reconhecer e correlacionar a importância das aulas teóricas e práticas relacionadas. Pensando nisso, a proposta desse trabalho é trazer essa visão do uso de experimentos de baixo custo na disciplina de Física no Ensino Médio para as turmas de primeiro ano abordando as Leis de Newton. Ou seja, fazer uso de aulas práticas e demonstrativas

utilizando materiais de baixo custo, como alternativa metodológica para o ensino de Física.

O uso dessa proposta metodológica é no intuito de tornar os conteúdos, como as Leis de Newton, mais simples de serem compreendidos. Outra expectativa é que com as atividades de laboratório, a experimentação desperte no aluno a motivação dentro de sala, aumentando seu interesse e por fim gerando um aprendizado satisfatório e significativo para o estudante.

A utilização dos materiais de baixo custo é uma maneira de contornar uma das maiores dificuldades que existem nas escolas e que limitam o uso de experimentos por parte dos professores, que é a disponibilização de laboratórios físicos. Não podemos deixar de mencionar que em algumas situações a escola até possui ambientes propícios ao uso de experimentos, mas não tem em sua posse recursos financeiros para compra dos aparatos experimentais ou possuem pouquíssimo material, os quais não são suficientes para realizações das práticas. Existem também situações nas quais o aparato experimental das escolas, apesar de existente, se encontra em péssimo estado de conservação, sem controle de materiais e os laboratórios são pequenos, ocasionando a falta de espaço para todos os alunos. Para Avelino & Mendes (2020), os principais problemas encontrados no âmbito educacional estão relacionados às condições precárias da maioria das instituições educacionais do Brasil.

Os problemas acima mencionados acabam desmotivando os professores a realizar atividades experimentais. A utilização de materiais de baixo custo, além de possibilitar a execução de atividades práticas através da construção de experimentos elaborados com materiais simples, baratos e fáceis de adquirir os conhecidos como experimentos de baixo custo, garantem também um acervo de materiais básicos aos laboratórios e que facilitam a realização de trabalhos experimentais em sala de aula.

Do ponto de vista do professor, ao abordar o conteúdo de Física, neste caso, as três Leis de Newton, fazendo o uso de práticas experimentais, ele lida com princípios que podem ser facilmente observados no cotidiano. No entanto, sem o auxílio das práticas, poucos alunos conseguem perceber esses fenômenos em sua vida diária. Essa falta de observação e a ausência de curiosidade prejudicam não apenas a compreensão do tema, mas também o desenvolvimento do pensamento científico ao longo das gerações. Ao utilizar experimentos relacionados às Leis de

Newton, o professor tem a oportunidade de incentivar uma mente mais aberta nos alunos, estimulando suas habilidades de observar, inventar e criar ideias conectadas ao conteúdo, compartilhando suas reflexões, promovendo discussões entre colegas e contribuindo de forma efetiva para o estudo das ciências.

Portanto, este trabalho justifica-se pela necessidade de explorar metodologias inovadoras que tornem o ensino da Física mais acessível, interessante e eficaz. A proposta de utilizar experimentos de baixo custo não apenas se alinha às diretrizes educacionais vigentes, mas também oferece uma alternativa prática para melhorar o aprendizado e despertar o interesse dos alunos pela disciplina.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral:

Examinar o aprendizado de alunos da primeira série do Ensino Médio em aulas de Física que incorporam experimentos de baixo custo, com ênfase nos conceitos básicos das Leis de Newton.

3.2 Objetivos específicos:

- Analisar a utilização de experimentos de baixo custo como ferramentas auxiliares no ensino de Física;
- Estabelecer um paralelo entre as abordagens de ensino tradicional e construtivista, buscando uma metodologia inovadora que torne o aprendizado mais atrativo em comparação com o método tradicional;
- Desenvolver a capacidade dos alunos de relacionar fenômenos físicos com situações do cotidiano;
- Compreender os conceitos fundamentais das Leis de Newton e sua aplicação no dia a dia.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Física é uma ciência experimental. Assim, é fundamental que as atividades práticas sejam parte integrante de um curso de Física. Pois, ao se engajar em experiências laboratoriais, os alunos exercitam sua curiosidade e sua busca por resultados. O ensino de Física é de suma importância na construção do conhecimento significativo acerca das Ciências Exatas e da Natureza.

Com isso, a atividade prática incentiva o aprendizado e aumenta o grau de conhecimento, promovendo a aplicação dos conceitos teóricos no dia a dia. Segundo Brasil, (2006).

“[...] assegurar que a competência investigativa resgate o espírito questionador, o desejo de conhecer o mundo que se habita. 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).

Contudo, a Física frequentemente é vista como uma disciplina desafiadora e abstrata, causando desmotivação entre os alunos. Como apontado por Giordan (1999), as práticas experimentais têm um caráter motivador e lúdico, envolvendo os sentidos e, conseqüentemente, aumentando o interesse e o aprendizado dos estudantes. Além disso, é essencial que essa cultura em Física abarque a compreensão dos equipamentos e procedimentos técnicos e tecnológicos presentes no cotidiano, tanto em contextos domésticos quanto sociais e profissionais. Dessa forma, espera-se que os alunos não apenas entendam os princípios físicos, mas também consigam aplicar esse conhecimento em suas vidas diárias, reconhecendo a relevância da Física no mundo ao seu redor. A ideia principal segundo os autores destes documentos 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 à 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 em 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.

Compreende-se que uma forma de melhorar o desempenho dos alunos nas aulas de Física é conforme proposto por Giordan (1999), que afirma ser um consenso que práticas experimentais provocam interesse nos estudantes, independentemente do seu nível de escolarização. Isso se deve ao fato de que a experimentação possui um caráter motivador e lúdico, envolvendo os sentidos. Consequentemente, essa abordagem pode potencializar a capacidade de aprendizado dos alunos. De acordo com Branco & Coutinho (2015), realizar experimentos em sala de aula oferece aos alunos os fundamentos essenciais dos fenômenos físicos, facilitando o aprendizado e incentivando a curiosidade em relação ao assunto.

Contudo, a realização de aulas com experimentos exige diversos processos, desde o planejamento até a execução na sala de aula. Um dos principais desafios enfrentados nesse contexto é a disponibilidade de materiais experimentais. Em muitas escolas, os recursos de laboratório são limitados, o que representa um obstáculo significativo. Porém, muitos professores têm adotado a prática de realizar experimentos criados por eles e pelos próprios alunos. Essa abordagem utiliza materiais de baixo custo, como itens reaproveitados e acessíveis, o que ajuda a minimizar os gastos e a viabilizar a experimentação no ensino de Física.

Para Silva (1985) a maior dificuldade para o professor que não tem formação específica em Física está no fato de nunca ter vivenciado uma atividade

experimental durante sua formação. Por outro lado, entende-se que não basta dizer ao professor que deve realizar atividades experimentais com seus alunos, mas sim como fazê-las nas condições das escolas.

Assim, é evidente que a adoção de experimentos de baixo custo representa uma maneira eficaz de romper com os métodos tradicionais de ensino. Essa conduta garante que as aulas práticas possam ser realizadas, mesmo diante da escassez de recursos. Por serem feitos com materiais de fácil acesso, tanto os professores quanto os alunos podem participar ativamente, o que torna a escola mais inclusiva em relação às atividades experimentais. Dessa forma, a mudança na metodologia de ensino facilita a transmissão de conhecimentos em Física, promovendo uma interação mais dinâmica entre os alunos e contribuindo significativamente para o 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. Cabe ao professor encontrar métodos didáticos 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.

A partir de tudo o que foi apresentado acima, foi surgindo muitas dúvidas quanto ao Ensino de Física nas escolas de Ensino Médio e estas são: 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 entre 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 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.

Assim, a utilização de experimentos de baixo custo é uma alternativa prática e eficiente para superar limitações financeiras e promover uma abordagem mais inclusiva no ensino de Física. Essa metodologia incentiva tanto professores quanto alunos a participarem ativamente do processo, utilizando materiais simples e acessíveis. Isso não apenas facilita a realização das aulas práticas, mas também enriquece o aprendizado, promovendo uma maior interação entre teoria e prática e estimulando o desenvolvimento do pensamento crítico e científico entre os estudantes.

4.1 As Leis de Newton

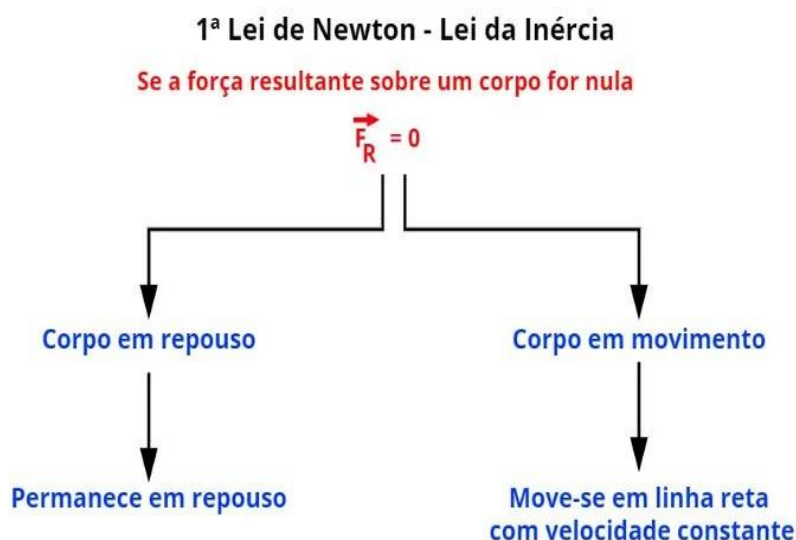
Apresentaremos a seguir, uma síntese teórica das três leis de Newton. Conteúdo o qual será trabalho nos experimentos.

4.1.1 Primeira Lei de Newton (lei da inércia)

A primeira lei de Newton, também conhecida como Lei da Inércia, estabelece que, se a força resultante sobre um corpo for nula (igual a zero), esse corpo estará em repouso ou em movimento retilíneo uniforme. A inércia é uma propriedade da matéria que mede a resistência que um corpo oferece ao ser acelerado. Quanto maior for a inércia de um corpo, maior será a força necessária para alterar seu estado de movimento. Além disso, a inércia de um corpo é quantitativamente proporcional a sua massa.

Assim como as demais Leis de Newton, a Lei da Inércia só é válida para referenciais inerciais. Assim, o ponto onde se encontra o observador dos movimentos não pode ser acelerado, portanto, ele deve mover-se com velocidade constante ou está parado.

O quadro esquemático abaixo facilitará sua compreensão acerca da primeira Lei de Newton:



Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/primeira-lei-newton.htm>

4.1.2 Exemplos da primeira Lei de Newton:

Cotidianamente, podemos fazer diversas atividades com base na primeira Lei de Newton. Confira algumas dessas situações.

- Se uma pessoa estiver dentro de um trem ou de um ônibus que se move com velocidade constante e jogar uma bolinha de papel para cima, a bolinha deverá cair de volta em sua mão. Isso indica que a pessoa, o meio de locomoção e a bolinha movem-se com a mesma velocidade. Além disso, a bolinha apresenta uma inércia capaz de mantê-la em movimento com a mesma velocidade
- .Ao frearmos ou acelerarmos um carro, somos “lançados” para frente e para trás, respectivamente. Apesar de parecer que há uma força nos movendo, o que sentimos refere-se à tendência de permanecermos em repouso ou em movimento uniforme.
- Em uma curva muito fechada, somos “espremidos” contra a porta do carro. Isso ocorre porque uma força centrípeta, que aponta para o centro do curva, faz o carro virar. Dessa forma, nossa inércia age na mesma direção dessa força, porém em sentido contrário.
- Uma forma de fixarmos a cabeça de um martelo é batendo a base de seu cabo contra uma superfície. Como a cabeça do martelo tem uma inércia relativamente grande, ela ficará em repouso enquanto o cabo do martelo subirá,



fonte: <https://images.app.goo.gl/yr5V7FVdSNijPiiX8>

4.2 Segunda Lei de Newton

A segunda lei de Newton, também conhecida como princípio fundamental da dinâmica, afirma que a força resultante que atua sobre um corpo é igual ao produto de sua massa pela aceleração. De acordo com ela, quando se sujeita um corpo à ação de uma força resultante não nula, esse corpo adquirirá uma aceleração na mesma direção e no mesmo sentido da força resultante. De acordo com a segunda lei de Newton, a aceleração obtida por um corpo é diretamente proporcional à força resultante aplicada sobre o corpo e também inversamente proporcional à massa (inércia) desse corpo. Nesse sentido, entende-se que, para que um corpo possa sofrer mudanças de velocidade, é necessário que as forças que atuam sobre ele não se anulem.

No esquema a seguir, mostramos como é possível calcular a aceleração do corpo, com base nas grandezas força e massa, além disso, pode-se observar que a aceleração é dada pela razão entre a variação de velocidade (ΔV) e um intervalo de tempo (Δt):

$$\begin{cases} a \propto F \\ a \propto \frac{1}{m} \end{cases} \longrightarrow a = \frac{F}{m} \text{ ou } a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

O conceito de força resultante é de grande importância para a compreensão da segunda lei de Newton. A força resultante diz respeito à soma vetorial de todas as forças que atuam sobre o mesmo corpo. Para fazermos somas vetoriais, é necessário que se leve em conta tanto o módulo quanto a direção e o sentido das forças, assim: forças paralelas somam-se, forças opostas subtraem-se e forças perpendiculares somam-se, segundo o teorema de Pitágoras.

4.2.1 Fórmula da segunda lei de Newton

A fórmula da segunda lei de Newton é relativamente simples, ela indica que a força resultante é igual ao produto da massa do corpo pela aceleração, confira:

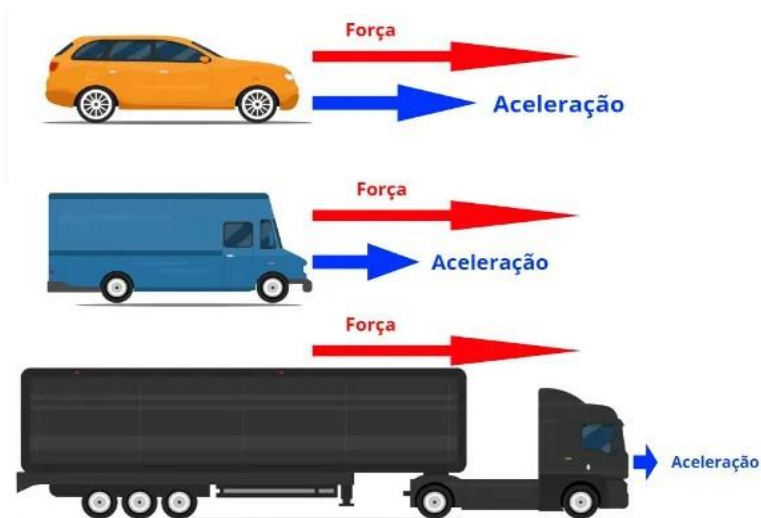
$$\vec{F}_R = m\vec{a}$$

FR – força resultante (N)

m – massa do corpo (kg)

a – aceleração (m/s²)

A figura a seguir exemplifica situações em que, aplicando-se a mesma força, obtém-se diferentes acelerações, em razão da grande diferença das massas dos corpos, observe:



fonte: <https://images.app.goo.gl/yr5V7FVdSNijPiiX8>

Existe ainda outra forma alternativa de definir-se a segunda lei de Newton. De acordo com essa descrição, a força resultante sobre um corpo também pode ser definida com base no impulso aplicado no corpo. O impulso, por sua vez, é uma grandeza física vetorial, assim como variação da quantidade de movimento (ΔQ), confira:

$$\vec{I} = \vec{F}_R \Delta t$$

Em complementação à fórmula exposta, existe o teorema de impulso. Esse teorema afirma que o impulso é igual à aplicação de uma força resultante durante um intervalo de tempo e produz uma variação na quantidade de movimento de um corpo ou sistemas de corpos, confira:

$$\vec{I} = \vec{F}_R \Delta t \longrightarrow \vec{I} = \Delta \vec{Q} \quad \therefore \vec{F}_R \Delta t = \Delta \vec{Q}$$

O teorema estabelece a relação entre força e variação da quantidade de movimento.

4.2.2 Exemplos da segunda lei de Newton:

Confira alguns exemplos de situações cotidianas que ajudam a ilustrar a segunda lei de Newton:

- Primeiro imagine empurrando um carrinho de compras vazio. Agora, caso esse carrinho estivesse cheio de mercadorias e você aplicasse sobre ele a mesma força usada enquanto estava vazio, teríamos o mesmo movimento? Não, uma vez que, com o carrinho cheio, sua inércia será maior, por isso será necessário que se aplique uma força maior, a fim de obter-se a mesma aceleração.
- Em um cabo de guerra, dois grupos de crianças disputam, no entanto, ambos aplicam a mesma força no cabo. Nesse caso, a aceleração do sistema será nula, uma vez que as forças que atuam sobre ele anulam-se.
- Ao chutar-se uma bola, percebe-se que a força aplicada pelo chute define qual será a velocidade em que a bola será lançada: quanto maior é a força, maior será a aceleração adquirida pela bola, o mesmo aplica-se a bolas de diferentes massas, uma vez que: quanto mais leve é a bola, mais aceleração ela adquire.

4.3 Terceira lei de Newton

A terceira lei de Newton, ou Princípio da Ação e Reação, é uma das três leis que regem a dinâmica newtoniana. Ela determina que toda força de ação empregada sobre um corpo provoca uma força de reação desse corpo sobre aquele que produziu a ação inicial, constituindo um par de ação e reação, com mesmo módulo e direção, mas sentidos diferentes.

4.3.1 Qual é a terceira Lei de Newton?

A terceira lei de Newton, chamada de Princípio da Ação e Reação, é uma das leis formuladas por Isaac Newton (1643-1727) durante suas investigações sobre o movimento e suas causas.

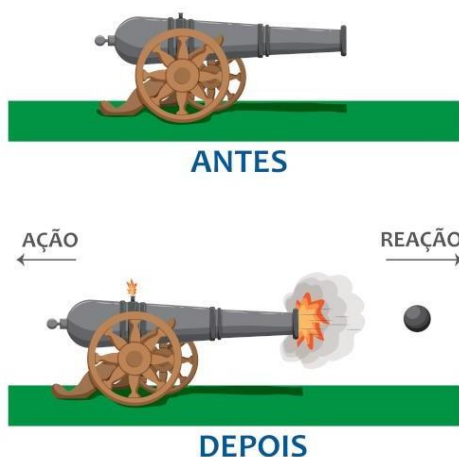
Logo, a terceira lei de Newton afirma que as forças de ação e reação entre dois corpos possuem o mesmo módulo, mas sentidos opostos.

Observação:

- O módulo é a intensidade ou valor numérico da força.
- A direção é a orientação vertical, horizontal ou diagonal.
- O sentido é a orientação para direita, esquerda, cima, baixa e outros.

4.3.2 Efeitos das forças de ação e reação

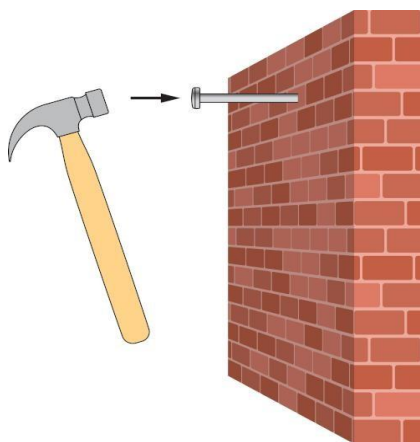
A força de ação é uma força realizada sobre outro corpo; em resposta a isso, esse corpo realiza uma força contrária à força de ação sobre ele, configurando um par de ações e reação. Por exemplo, quando um canhão lança uma bola para frente, ele acaba recuando certa distância, já que a força de ação do canhão na bola provoca uma força de reação da bola no canhão, causando o seu recuo, como mostrado na figura abaixo.



Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/terceira-lei-newton.htm>

Par de forças de ação e reação atuando no lançamento da bola de um canhão.

A representação matemática da terceira lei de Newton indica que as forças de ação e reação sobre um corpo apresentam a mesma intensidade e direção, mas, obrigatoriamente, sentidos opostos.



fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/terceira-lei-newton.htm>

4.3.3 Exemplo de aplicação da terceira lei de Newton.

Por exemplo, quando batemos o martelo em uma parede, ele faz uma força de ação contra ela, mas também recebe uma força de reação da parede. Esse par de ações e reação apresenta a mesma intensidade e direção, já que a parede faz força no martelo com a mesma intensidade e direção que recebeu, contudo elas apresentam sentidos contrários, assim, se o sentido da força de ação for para a direita, o sentido da força de reação será para a esquerda e vice-versa.

5 METODOLOGIA

A metodologia adotada será de natureza qualitativa e quantitativa. O estudo se propõe a coletar dados tanto sobre o desempenho acadêmico quanto sobre as percepções dos alunos em relação às aulas.

- **Seleção da Turma:** A turma escolhida será composta por alunos da primeira série do Ensino Médio, com idades entre 15 e 17 anos.
- **Aplicação das Etapas:**
 1. **Aulas Tradicionais:** Serão ministradas três aulas expositivas abordando as Leis de Newton (Primeira, Segunda e Terceira). Após cada aula, os alunos responderão a um questionário para avaliar o entendimento dos conceitos teóricos.
 2. **Atividades Práticas:** Serão realizadas três atividades experimentais, uma para cada Lei de Newton, utilizando materiais de baixo custo. Após cada atividade, os alunos responderão a questionários semelhantes aos aplicados na etapa anterior.
- **Coleta de Dados:** As respostas dos questionários serão analisadas para verificar a evolução do entendimento dos alunos entre as duas etapas. Além disso, serão realizadas entrevistas com alguns alunos para compreender suas percepções sobre as duas abordagens de ensino.
- **Análise de Dados:** Os dados coletados serão organizados em gráficos comparativos, permitindo observar diferenças no desempenho e no engajamento dos alunos entre as aulas tradicionais e as práticas experimentais.

Com base nessa metodologia, espera-se identificar as vantagens do uso de experimentos de baixo custo no ensino de Física, bem como oferecer subsídios para a adoção de práticas mais eficazes no contexto educacional.

4.4 Desenvolvimento

A pesquisa será realizada em uma turma da primeira série do Ensino Médio de uma escola pública. O objetivo é analisar o impacto da utilização de experimentos de baixo custo no aprendizado de conceitos básicos das Leis de Newton. Para isso, será feito um paralelo dentro da mesma turma, comparando o desempenho dos alunos em atividades tradicionais e práticas experimentais. O estudo será dividido em duas etapas principais: na primeira etapa, os alunos participarão de aulas tradicionais, com abordagem expositiva e uso de material didático, focando nos conceitos teóricos das Leis de Newton. Na segunda etapa, os mesmos alunos serão envolvidos em atividades práticas utilizando experimentos de baixo custo. O desempenho dos alunos será avaliado com base em questionários aplicados após cada etapa, permitindo comparar o impacto das duas abordagens.

Em uma das turmas, que foi chamada de turma tradicional (turma A), foram aplicadas aulas tradicionais abordando as três Leis de Newton, utilizando somente livro didático, quadro branco e os pincéis para este quadro. Foi realizada 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 Experimental (turma B) 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 alunos foram separados em pequenos grupos. Após a realização dos experimentos foram solicitados que os alunos respondessem a três atividades que continham questões sobre as Leis de Newton. Uma atividade para cada Lei. Ressalta-se que a atividade foi aplicada às duas turmas. Os experimentos que foram aplicados na turma B estão citados abaixo:

4.5 Experimentos Realizados:

4.5.1 Experimento 1 (1ª lei de Newton).

Para realização do experimento foi necessário:

- Um ovo Cru
- Um ovo Cozido

Como foi feito:

O experimento é muito prático e fácil, Primeiro passo é girar o ovo cru e em seguida pará-lo rapidamente e soltá-lo. Como mostra na figura.



Fonte: acervo da autora.

Procedimento:

Depois de girar o ovo e pará-lo rapidamente, e logo após soltá-lo, nota-se que o ovo volta a girar. Analisando o experimento, considerando apenas o ovo parte de fora Poderíamos dizer que ele vem a contrair a Lei de Inércia, mas ao considerarmos o conteúdo do ovo rímel e clara notamos que mesmo quando paramos o ovo o seu conteúdo que está em movimento tende a permanecer em movimento inércia pois esse motivo ao soltá-lo rapidamente ele volta a girar.

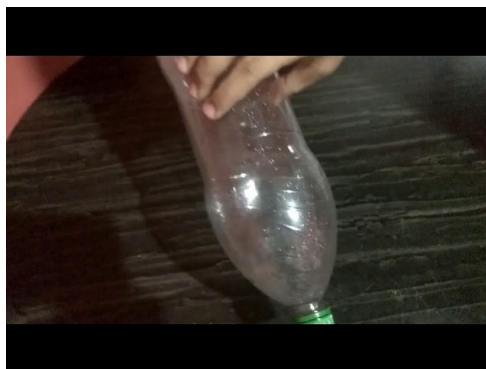
4.5.2 Experimento 2(2ª lei de Newton).

Para realização do experimento foi necessário:

- Garrafa Pet
- Água

Como foi feito:

Nesse experimento, temos uma demonstração simples da segunda lei de Newton, o princípio da dinâmica, utilizando apenas uma simples garrafa pet. Como mostra na figura:



fonte: acervo da autora

Procedimento:

Com a garrafa pet vazia em cima de uma mesa, aplicar uma força para deslocá-la; Em seguida repetir o mesmo processo, só que desta vez com a garrafa cheia.

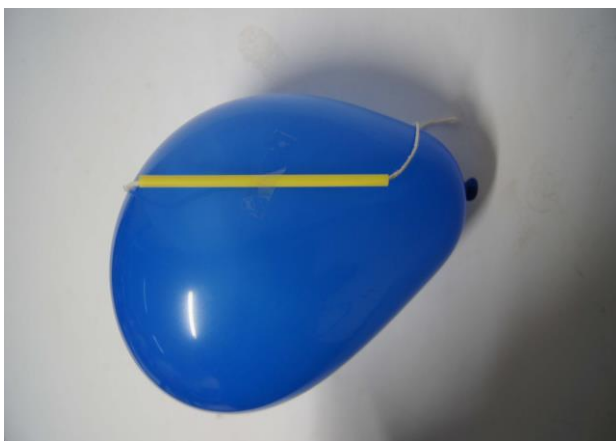
No primeiro caso, devido a garrafa estar vazia, sua massa era muito pequena, ao aplicar uma força na garrafa, causamos uma aceleração maior na mesma. Já no segundo caso, com ela cheia, utilizando uma força próxima a do primeiro caso, temos maiores dificuldades para empurrá-la, e a aceleração será menor devido à massa da garrafa ser maior, explicando assim de maneira simples o conceito da segunda lei de Newton.

4.5.3 Experimento 3 (3ª lei de Newton).

Foguetes de balão

Para realização do experimento foi necessário:

- Barbante
- Canudinho
- Balão
- Fita adesiva



fonte: acervo da autora

Procedimento:

Corte um pedaço de barbante de aproximadamente 2 metros. Passe o barbante dentro do canudinho. Encha o balão sem amarrar fixamente. Em seguida, posicione dois estudantes segurando a extremidade do fio, de maneira que fique esticado. Fixe com a fita o balão cheio de canudinho. Após a montagem, libere a saída de ar do balão e observe o movimento dele. Repita o processo, aumentando ou diminuindo a quantidade de ar do balão e observando as diferenças. Abordando assim a terceira lei de Newton (princípio da ação e reação), bem como as causas dos movimentos, ou seja, as forças envolvidas.

6. Resultados e discussões

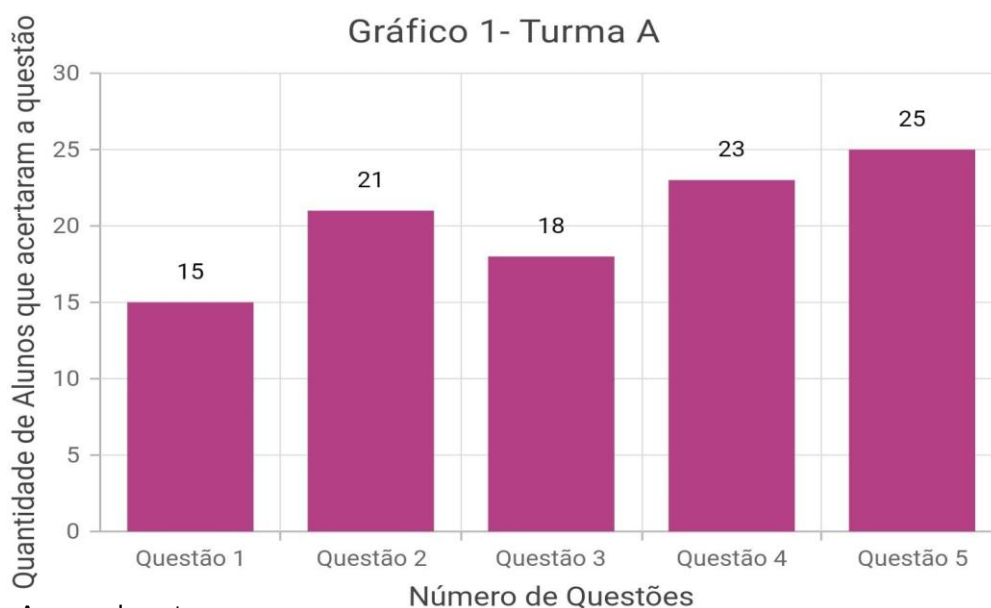
Após a execução de cada experimento, no final das aulas, foram aplicadas uma atividade avaliativa contendo cinco questões, de múltipla escolha, com cinco opções de respostas para cada experimento referente ao conteúdo das três Leis de Newton. Essa mesma atividade avaliativa foi aplicada a turma A e B. Cada atividade estava relacionada ao tema abordado na aula, as questões estavam relacionadas com acontecimentos do cotidiano. Essas atividades estão no Anexo 1 deste documento. E foram os principais instrumentos 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.

É de suma importância caracterizar o processo de análise dos dados. Explicar como foi feita a análise dos mesmos para encontrar a resposta do seu problema de investigação.

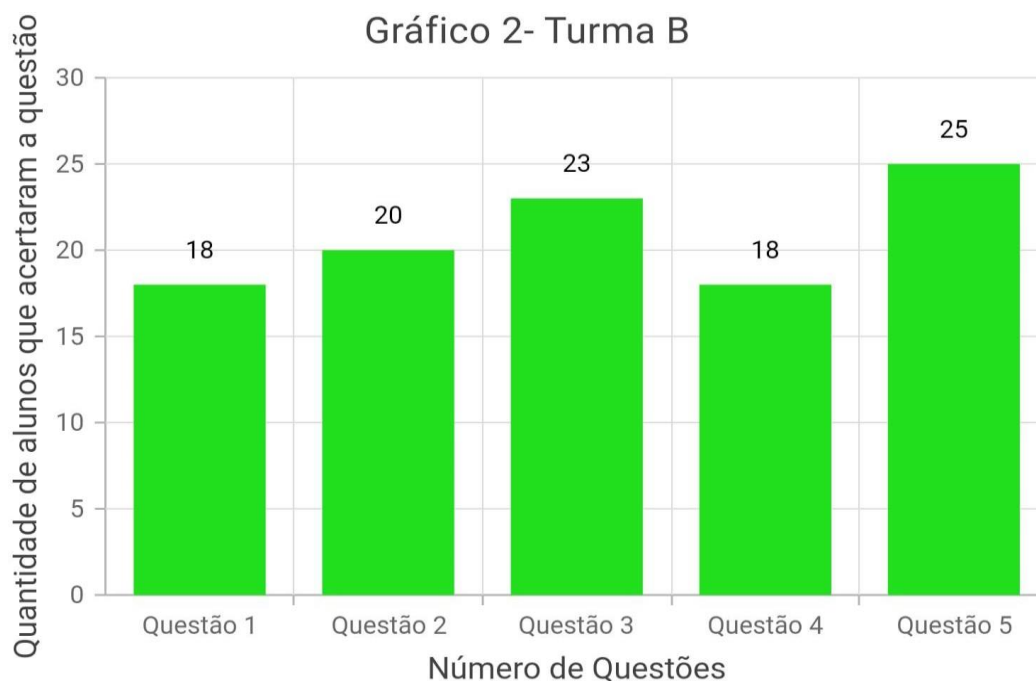
Os resultados foram obtidos a partir da correção das atividades aplicadas, na qual foram analisadas através de gráficos na forma de colunas. Estas colunas nos gráficos 1 a 6 representam o rendimento obtido na avaliação representada pela quantidade de acertos de cada questão nas turmas, sendo de cor Rosa a Turma A, e de cor verde a turma B. A sequência que eles estão apresentados está primeiramente apresentado o gráfico 1, que corresponde a turma A; em segundo está o gráfico 2 corresponde a Turma B; e em terceiro está o comparativo entre as duas turmas por meio de porcentagem.

6.1 Análise dos Gráficos referente a avaliação da Primeira lei de Newton:



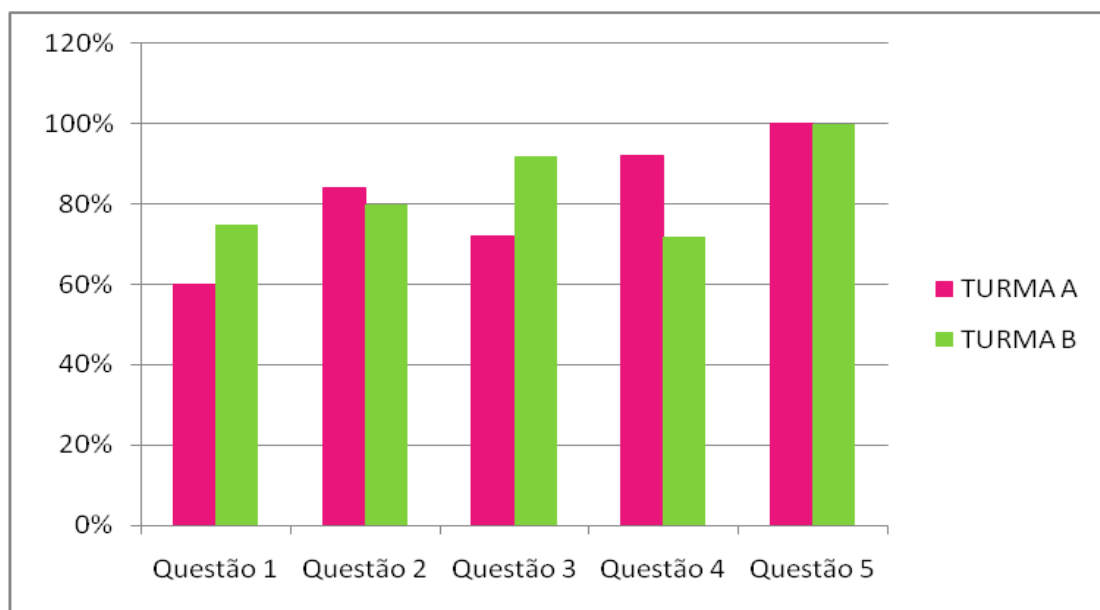
Fonte: Acervo da autora.

Analisando a turma A, que apresenta no total de 25 (vinte e cinco) alunos, foi possível verificar que na primeira questão, 15 (Quinze) alunos, aproximadamente 60% (sessenta por cento), conseguiram marcá-la corretamente. Na segunda questão, 21 (vinte e um) alunos, aproximadamente 84% (oitenta e quatro por cento), conseguiram acertá-la corretamente. Em relação à terceira questão, 18 (dezoito) alunos, aproximadamente 72% (setenta e dois por cento), conseguiram marcá-la corretamente. Na quarta questão, 23 (vinte e três) alunos, aproximadamente 92% (noventa e dois por cento) da turma A, marcaram a questão corretamente. Na quinta e última questão os 25 (vinte e cinco) alunos, 100% (cem por cento), marcaram corretamente. Percebe-se graficamente que na aula da turma A o conhecimento adquirido foi o suficiente para que das cinco questões, apenas na questão 1 (uma) obteve uma quantidade de acertos igual a 60% (sessenta por cento), verificando assim que os alunos adquiriram conhecimento nas aulas, referente os conceitos básicos das Leis de Newton.



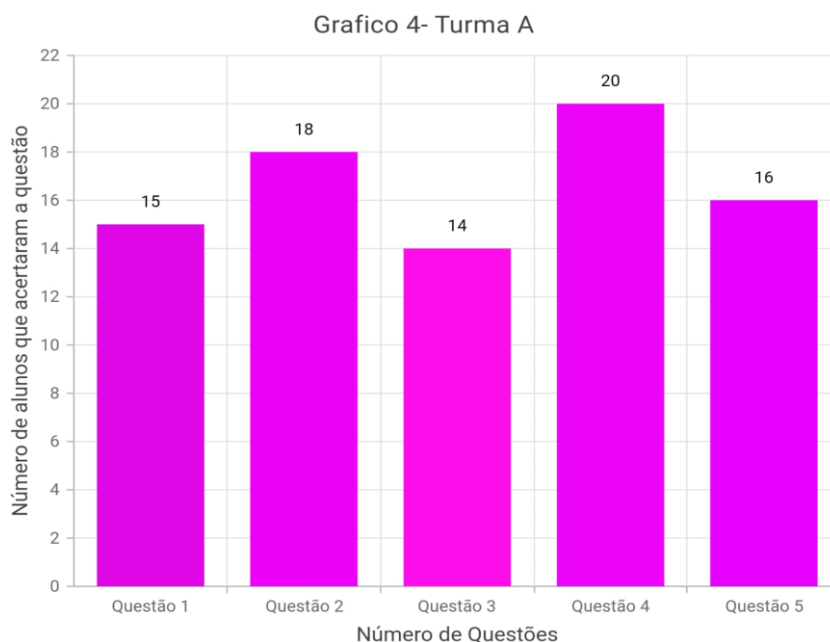
Analisando a turma B, que apresenta no total 25 (vinte e cinco) alunos, foi possível verificar que na primeira questão, 18 (dezoito) deles, aproximadamente 75% (setenta e cinco por cento), conseguiram acertá-la corretamente. Na segunda questão, 20 (vinte) alunos, aproximadamente 80 (oitenta por cento), conseguiram marcá-la corretamente. Em relação à terceira questão, 23 (vinte e três) alunos, aproximadamente 92% (noventa e dois por cento), marcaram a questão corretamente. Na quarta questão, 18 (dezoito) alunos, 72% (setenta e dois por cento) da turma B, marcaram a questão corretamente. Na quinta e última questão, os 25 (vinte e cinco) alunos, 100% (cem por cento), marcaram corretamente. Percebe-se graficamente que na aula com metodologia construtivista o conhecimento adquirido foi o suficiente para que das cinco questões, obteve uma quantidade de acertos maior que 50% (cinquenta por cento), verificando que os alunos adquiriram conhecimento nas aulas, referente os conceitos básicos das Leis de Newton.

6.1.4 Gráfico 3- Comparativos de acertos das turmas A e B

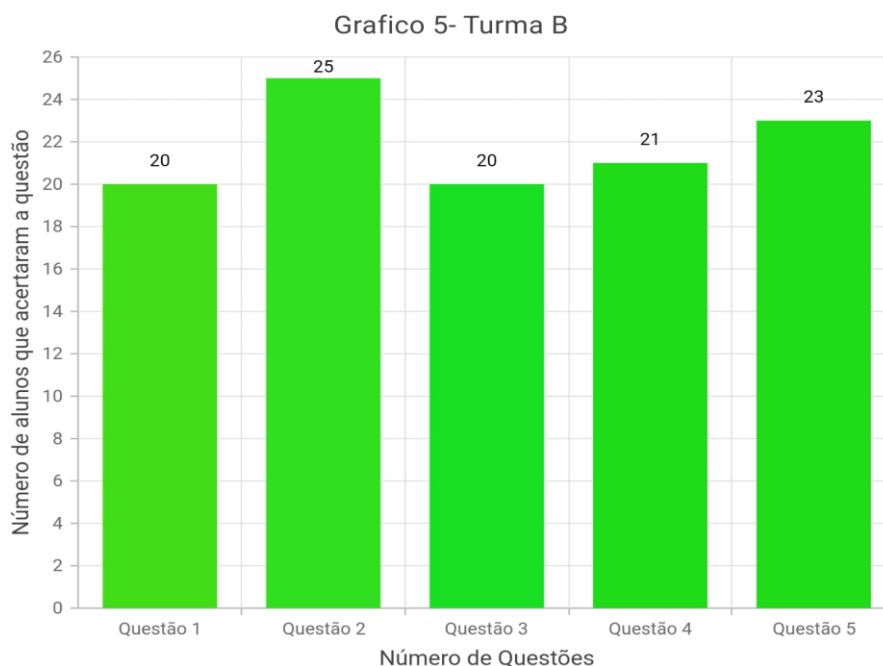


No gráfico 3 (três), tem-se o comparativo de acertos, em termos percentuais, em relação às duas turmas, A e B, verificando-se um aumento significativo de acertos na turma B em relação a turma A, com exceção da questão (quatro) que por ser uma questão voltada mais a teoria, a turma A obteve melhor desempenho. 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.

6.2 Análise dos Gráficos referente a Avaliação da Segunda lei de Newton:

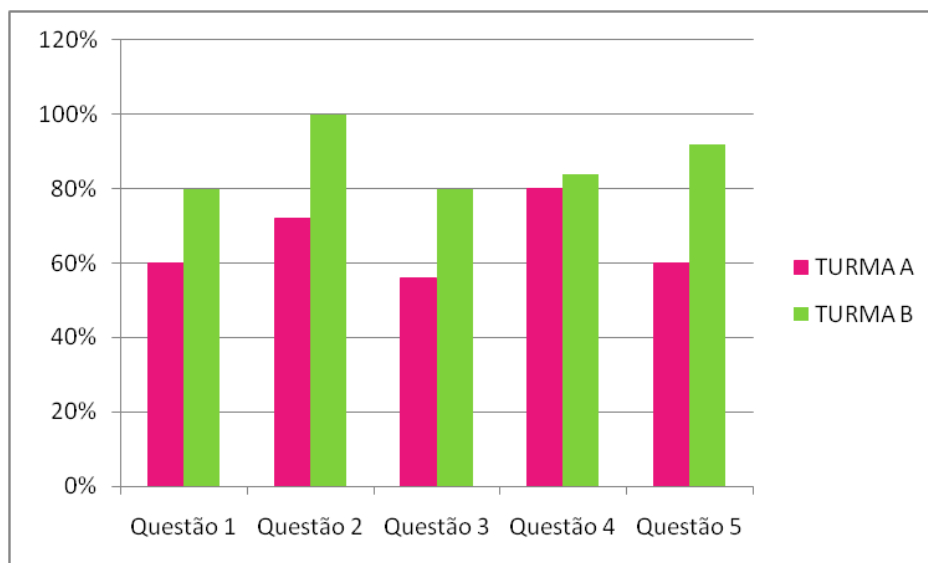


Analisando a turma A, que apresenta no total de 25 (vinte e cinco) alunos, foi possível verificar que na primeira questão, 15 (Quinze) alunos, aproximadamente 60% (sessenta por cento), conseguiram marcá-la corretamente. Na segunda questão, 18 (dezoito) alunos, aproximadamente 72% (setenta e dois por cento), conseguiram acertá-la corretamente. Em relação à terceira questão, 14 (quatorze) alunos, aproximadamente 56% (cinquenta e seis por cento), conseguiram marcá-la corretamente. Na quarta questão, 20 (vinte) alunos, aproximadamente 80% (oitenta por cento) da turma A, marcaram a questão corretamente. Na quinta e última questão 15 (quinze) alunos, 60% (sessenta por cento), marcaram corretamente. Percebe-se graficamente que na aula da turma A, o aprendizado foi razoável, verificando assim que os alunos adquiriram nível médio de conhecimento nas aulas, referente os conceitos básicos da segunda lei de Newton.



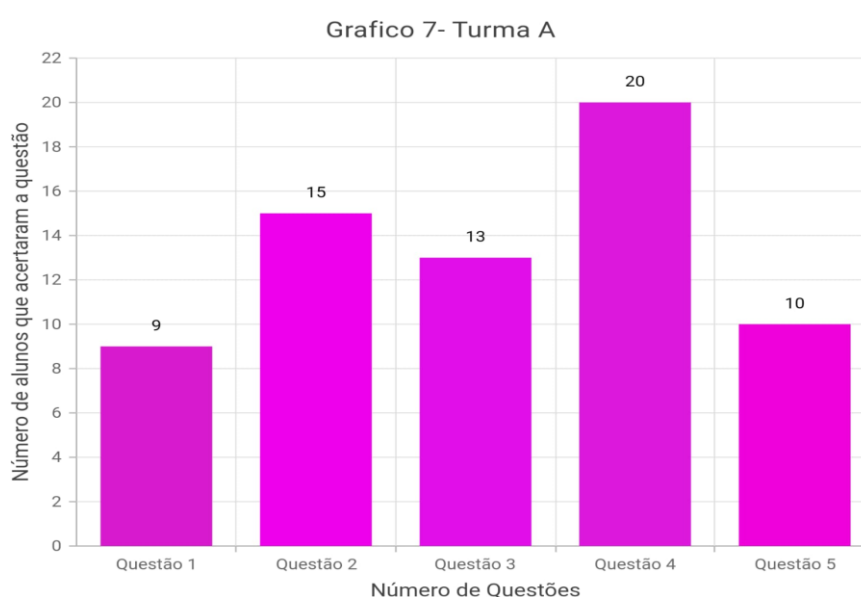
Analisando a turma B, que apresenta no total 25 (vinte e cinco) alunos, foi possível verificar que na primeira questão, 20 (vinte) deles, aproximadamente 80% (oitenta por cento), conseguiram acertá-la corretamente. Na segunda questão, 25 (vinte e cinco) alunos, os 100 (cem por cento), conseguiram marcá-la corretamente. Em relação à terceira questão, 20 (vinte) alunos, aproximadamente 80% (oitenta por cento), marcaram a questão corretamente. Na quarta questão, 21 (vinte e um) alunos, 84% (oitenta e quatro por cento) da turma B, marcaram a questão corretamente. Na quinta e última questão, 23 (vinte e três) alunos, 92% (noventa e dois por cento), marcaram corretamente. Percebe-se graficamente que na aula com metodologia construtivista o conhecimento adquirido foi o suficiente para que das cinco questões, obteve uma quantidade de acertos maior que 79% (setenta e nove por cento), verificando que os alunos adquiriram conhecimento nas aulas, referente os conceitos básicos da segunda lei de Newton.

6.2.1 Gráfico 6- Comparativos de acertos das turmas A e B

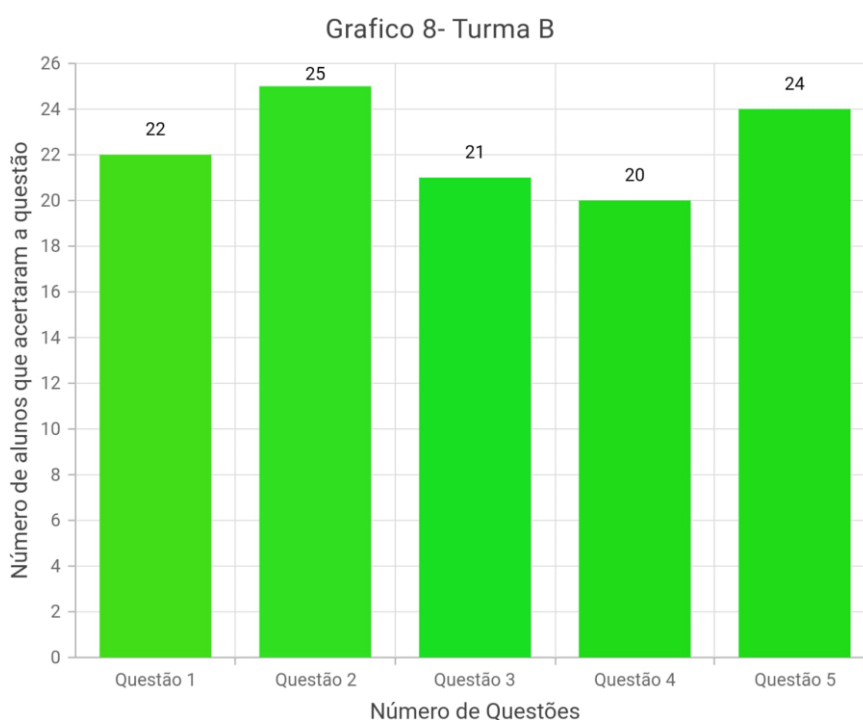


No gráfico 6 (seis), tem-se o comparativo de acertos, em termos percentuais, em relação às duas turmas, A e B, verificando-se um aumento significativo de acertos na turma B em relação à turma A. Enfim percebemos, uma compreensão melhor dos conceitos básicos da segunda lei de Newton, quando utiliza-se aulas práticas, em particular, experimentos de baixo custo, como ferramenta auxiliar no ensino de Física.

6.3 Análise dos Gráficos referente a Avaliação da terceira lei de Newton:



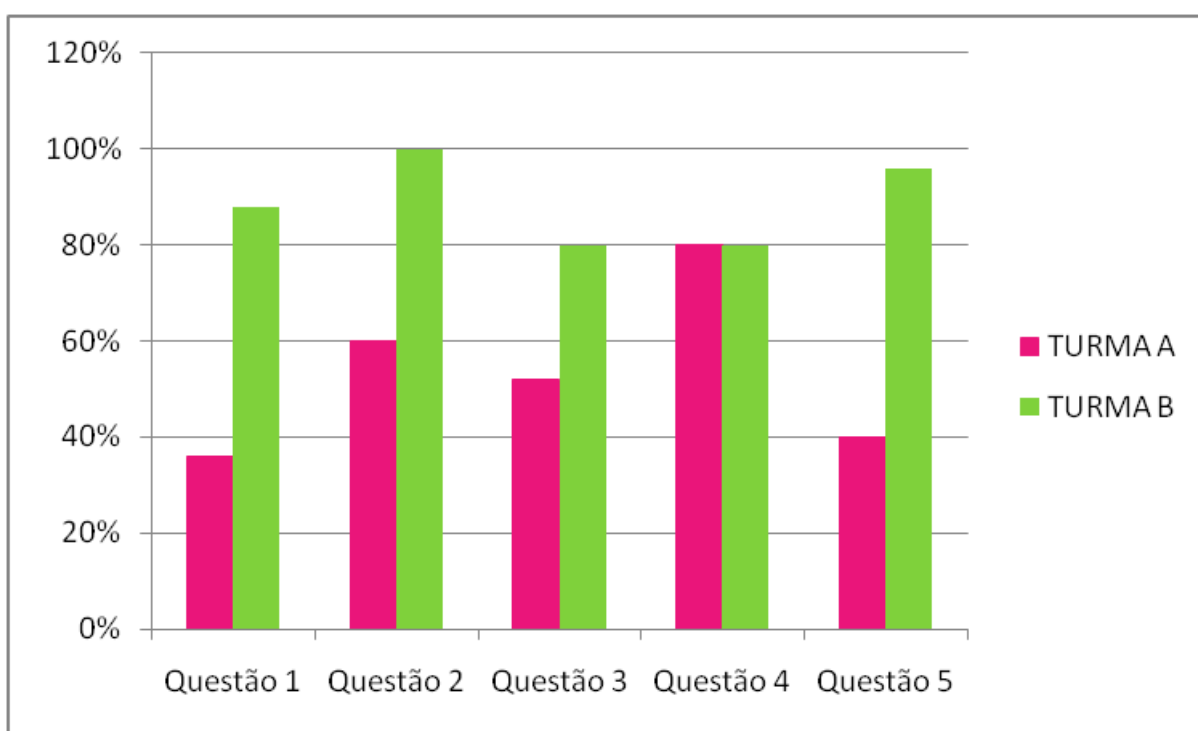
Analisando a turma A, que apresenta no total de 25 (vinte e cinco) alunos, foi possível verificar que na primeira questão, 9 (nove) alunos, aproximadamente 36% (trinta e seis por cento), conseguiram marcá-la corretamente. Na segunda questão, 15 (quinze) alunos, aproximadamente 60% (setenta por cento), conseguiram acertá-la corretamente. Em relação à terceira questão, 13 (treze) alunos, aproximadamente 52% (cinquenta e dois por cento), conseguiram marcá-la corretamente. Na quarta questão, 20(vinte) alunos, aproximadamente 80% (oitenta por cento) da turma A, marcaram a questão corretamente. Na quinta e última questão 10(dez) alunos, 40% (quarenta por cento), marcaram corretamente. Percebe-se graficamente que na aula da turma A, o aprendizado foi eficaz, verificando assim que os alunos adquiriram baixo nível de conhecimento nas aulas, referente os conceitos básicos da segunda lei de Newton.



Analisando a turma B, que apresenta no total 25 (vinte e cinco) alunos, foi possível verificar que na primeira questão, 22 (vinte e dois), aproximadamente 88% (oitenta e oito por cento), conseguiram acertá-la corretamente. Na segunda questão, 25 (vinte e cinco) alunos, os 100 (cem por cento), conseguiram marcá-la corretamente. Em relação à terceira questão, 21 (vinte e um) alunos, aproximadamente 84% (oitenta e quatro por cento), marcaram a questão

corretamente. Na quarta questão, 20 (vinte) alunos, 80% (oitenta por cento) da turma B, marcaram a questão corretamente. Na quinta e última questão, 24 (vinte e quatro) alunos, 96% (noventa e seis por cento), marcaram corretamente. Percebe-se graficamente que na aula com metodologia construtivista o conhecimento adquirido foi o suficiente para que das cinco questões, obteve uma quantidade de acertos maior que 79% (setenta e nove por cento), verificando que os alunos adquiriram conhecimento nas aulas, referente os conceitos básicos da segunda lei de Newton.

6.3.1 Gráfico 9- Comparativos de acertos das turmas A e B



No gráfico 9 (nove), tem-se o comparativo de acertos, em termos percentuais, em relação às duas turmas, A e B, verificando-se um aumento significativo de acertos na turma B em relação à turma A. Enfim percebemos, uma compreensão melhor dos conceitos básicos da segunda lei de Newton, quando utiliza-se aulas práticas, em particular, experimentos de baixo custo, como ferramenta auxiliar no ensino de Física.

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 que as escolas oferecem. Afinal, tratando-se de materiais de fácil acesso, tanto o professor como os alunos podem contribuir, tornando a escola acessível às 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.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a realização deste estudo, foi possível evidenciar que o uso de experimentos de baixo custo é uma ferramenta pedagógica eficaz para o ensino de Física. A abordagem experimental proporcionou aos alunos uma maior interação com os conceitos teóricos, possibilitando uma aprendizagem mais significativa e conectada ao cotidiano.

Os resultados obtidos demonstraram que a combinação de aulas tradicionais e práticas experimentais favorece o engajamento dos estudantes, além de promover uma compreensão mais profunda das Leis de Newton. Ao utilizar materiais acessíveis, os professores conseguem implementar atividades práticas mesmo em contextos com recursos limitados, superando desafios estruturais comuns nas escolas públicas.

Por fim, este trabalho reforça a importância de metodologias inovadoras e acessíveis no ensino de Física. Espera-se que as conclusões apresentadas sirvam de base para futuras pesquisas e práticas educativas, incentivando a adoção de estratégias que tornem a aprendizagem mais dinâmica, inclusiva e eficaz.

8 REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J. F.; PRATA, E. G; SILVA J.; BRITO, C. A.;. **A IMPORTÂNCIA DOS EXPERIMENTOS DE FÍSICA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS NAS TURMAS DE 7º E 8º ANOS DA EMEF PROF. ESTEVÃO GOMES.** Revista Eletrônica Falas Breves, v. 5, n. 5, p. 97-109, 2018.

Avelino, W.F; e Mendes, J.G; (2020). **A realidade da educação brasileira a partir da COVID-19.** Boletim de Conjuntura (BOCA), 2, 56-62.

BENFÍCA, K. F. G.; PRATES, K. H. G. **As contribuições do uso de experimentos no ensino–aprendizado da física.** Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 6, p. 33686-33703, 2020.

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.

CARVALHO, A.; *et al.* **Objetos Digitais de Aprendizagem no Ensino de Física Básica: Um estudo de caso com simuladores virtuais em uma escola de ensino público estadual.** RENOTE, v. 17, n. 3, p. 263-272, 2019.

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

JÚNIOR, O. L. (2011). **A Importância dos experimentos no estudo da física para uma aprendizagem eficaz no ensino médio.** Anapolis, Goias, Brasil.

MOREIRA, M. A. **Desafios no ensino da física.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 43, p. e20200451, 2021.

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

SILVA, E. S.; BUTKUS, T. **Levantamento sobre a situação do ensino de Física nas escolas do 2º grau de Joinville.** Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 2, n. 3, p. 105-113, dez., 1985.

9- ANEXOS

AVALIAÇÃO 1- (lei de Newton)

Questão 1-Sob a ação de forças convenientes, um corpo executa um movimento qualquer. Apontar a proposição incorreta. É necessária uma força resultante não nula:

- a) para pôr o corpo em movimento, a partir do repouso
- b) para deter o corpo, quando em movimento
- c) para manter o corpo, em movimento reto e uniforme
- d) para encurvar a trajetória, mesmo quando o movimento é uniforme

Questão 2- A respeito do conceito de inércia, pode-se dizer que:

- a) inércia é uma força que mantém os objetos em repouso ou em movimento com velocidade constante
- b) inércia é uma força que leva todos os objetos ao repouso
- c) um objeto de grande massa tem mais inércia que um de pequena massa
- d) objetos que se movem rapidamente têm mais inércia que os que se movem lentamente

Questão 3-Ao estudar o movimento dos corpos, Galileu Galilei considerou que um corpo com velocidade constante permaneceria nessa situação caso não atuasse sobre ele qualquer força ou se a somatória das forças, a força resultante, fosse igual a zero.

Comparando esse estudo de Galileu com o estudo realizado por Isaac Newton, Lei da Inércia, pode-se afirmar que, para Newton:

I – Um corpo com velocidade constante (intensidade, direção e sentido) possui força resultante igual a zero;

II – Um corpo em repouso, com velocidade constante e igual a zero, possui força resultante igual a zero;

III – Galileu considerou a velocidade constante (intensidade, direção e sentido) no movimento circular.

Está correto o que se afirma em:

- a) I
- b) I e II
- c) I e III
- d) II e III
- e) I, II e III

Questão 4- Considere um grande navio, tipo transatlântico, movendo-se em linha reta e com velocidade constante (velocidade de cruzeiro). Em seu interior, existe um salão de jogos climatizado e nele uma mesa de pingue-pongue orientada paralelamente ao comprimento do navio.

Dois jovens resolvem jogar pingue-pongue, mas discordam sobre quem deve ficar de frente ou de costas para o sentido do deslocamento do navio. Segundo um deles, tal escolha influenciará no resultado do jogo, pois o movimento do navio afetaria o movimento relativo da bolinha de pingue-pongue.

Nesse contexto, de acordo com as leis da física, pode-se afirmar que:

- a) a discussão não é pertinente, pois, no caso, o navio se comporta como um referencial não inercial, não afetando o movimento da bola

- b) a discussão é pertinente, pois, no caso, o navio se comporta como um referencial não inercial, não afetando o movimento da bola
- c) a discussão é pertinente, pois, no caso, o navio se comporta como um referencial inercial, afetando o movimento da bola
- d) a discussão não é pertinente, pois, no caso, o navio se comporta como um referencial inercial, não afetando o movimento da bola

Questão 5- As estatísticas indicam que o uso do cinto de segurança deve ser obrigatório para prevenir lesões mais graves em motoristas e passageiros no caso de acidentes. Fisicamente, a função do cinto está relacionada com a:

- a) Primeira Lei de Newton;
- b) Lei de Snell;
- c) Lei de Ampère;
- d) Lei de Ohm;
- e) Primeira Lei de Kepler

AVALIAÇÃO 2- (2ª lei de Newton)

Questão 1: Em um acidente, um carro de 1200 kg e velocidade de 162 Km/h chocou-se com um muro e gastou 0,3 s para parar. Marque a alternativa que indica a comparação correta entre o peso do carro e a força, considerada constante, que atua sobre o veículo em virtude da colisão.

ADOTE: $g = 10\text{m/s}^2$

- a) 10 vezes menor
- b) 10 vezes maior
- c) 15 vezes menor
- d) 20 vezes maior
- e) 25 vezes menor

Questão 2- Um corpo de massa m está sujeito à ação de uma força F que o desloca segundo um eixo vertical em sentido contrário ao da gravidade. Se esse corpo se move com velocidade constante, é porque:

- a) a força F é maior do que a da gravidade.
- b) a força resultante sobre o corpo é nula.
- c) a força F é menor do que a gravidade.
- d) a diferença entre os módulos das duas forças é diferente de zero.
- e) a afirmação da questão está errada, pois qualquer que seja F o corpo estará acelerado porque sempre existe a aceleração da gravidade.

Questão 3- Sobre um corpo de massa igual a 20 kg atuam duas forças de mesma direção e sentidos opostos que correspondem a 60 N e 20 N. Determine a aceleração em que esse objeto movimenta-se.

- a) 1 m/s^2

b) 2 m/s^2

c) 4 m/s^2

d) 6 m/s^2

e) 8 m/s^2

Questão 4- Um corpo de massa m é submetido a uma força resultante de módulo F , adquirindo aceleração a . A força resultante que se deve aplicar a um corpo de massa $m/2$ para que ele adquira aceleração $4a$ deve ter módulo:

a) $F/2$

b) F

c) $2F$

d) $4F$

e) $8F$

Questão 5- Um carro durante um trajeto de 400 m sofre um aumento de velocidade de 20 m/s para 40 m/s. Sabendo que a massa do veículo somada à massa de seus ocupantes corresponde a 1200 kg, determine a força necessária para proporcionar tal aceleração.

a) 1000 N

b) 1200 N

c) 1800 N

d) 600 N

e) 3000 N

AVALIAÇÃO 3- (3ª lei de Newton)

Questão 1- De acordo com a terceira lei de Newton, podemos considerar duas forças como um par ação e reação quando possuem principalmente:

- a) Módulos iguais e sentidos iguais.
- b) Módulos iguais e sentidos diferentes.
- c) Módulos iguais e direções iguais.
- d) Módulos iguais e direções diferentes.
- e) Módulos diferentes

Questão 2- No estudo da terceira lei de Newton, existem forças capazes de alterar o estado de movimento de um corpo. Qual/Quais é/são ela(s)?

- a) força elétrica.
- b) força normal.
- c) força peso.
- d) forças internas.
- e) forças externas.

Questão 3- Existem diversas situações nas quais podemos observar a terceira lei de Newton em ação. Pensando nisso, qual das situações abaixo envolve a terceira lei de Newton?

- I. Deslizamento de terras.
- II. Caminhar e correr.
- III. Colisão de um automóvel na qual o passageiro foi arremessado.
- IV. Pular na cama elástica.

V. Dar um peteleco em um objeto pequeno, provocando o seu movimento.

- a) Alternativas I e III.
- b) Alternativas II e V.
- c) Alternativas I e V.
- d) Alternativas II e IV.
- e) Alternativas III e IV.

Questão 4- De acordo com a terceira lei de Newton, podemos considerar duas forças como um par ação e reação quando possuem principalmente:

- a) Módulos iguais e sentidos iguais.
- b) Módulos iguais e sentidos diferentes.
- c) Módulos iguais e direções iguais.
- d) Módulos iguais e direções diferentes.
- e) Módulos diferentes.

Questão 5- Ao observar um homem empurrando um carro com problemas mecânicos, você pensa na terceira lei de Newton, podendo assim afirmar sobre essa cena:

- I. Sobre o homem atuam duas forças: a força de reação exercida pelo carro e a força de atrito exercida entre seus pés e o solo.
- II. As duas forças da afirmativa anterior sendo iguais, o homem não se deslocará para trás como reação à força exercida sobre o carro.
- III. Caso a força de reação seja maior do que a força de atrito, o homem se deslocará para trás empurrado em reação pelo carro.
- IV. O movimento do carro só depende das forças que atuam sobre o próprio carro, e nada tem a ver com a força de reação que age em quem está empurrando-o.

- a) Apenas I e II são afirmativas corretas.
- b) Apenas I, II e III são afirmativas corretas.
- c) Apenas I é uma afirmativa correta.
- d) Apenas IV é uma afirmativa correta.
- e) I, II, III, IV são afirmativas corretas.