INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
CURSO SUPERIOR CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM FÍSICA

O USO DE EXPERIMENTOS CONFCCIONADOS COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO PARA O ENSINO DE FISICA NAS TURMAS DE PRIMEIRO ANO DO ENSINO MEDIO NO CEM TIRADENTES

PALMAS,TO

2021

LUANA ALVES PATRÍCIO

O USO DE EXPERIMENTOS CONFCCIONADOS COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO PARA O ENSINO DE FISICA NAS TURMAS DE PRIMEIRO ANO DO ENSINO MEDIO NO CEM TIRADENTES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do curso de Licenciatura Plena em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus Palmas, como exigência à obtenção do grau de Licenciatura Plena em Física.

Orientador: Profe.Me. Humberto Jose Gama da Silva

PALMAS

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

P314u Patricio, Luana Alves
O USO DE EXPERIMENTOS CONFCCIONADOS COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO PARA O ENSINO DE FISICA NAS TURMAS DE PRIMEIRO ANO DO ENSINO MEDIO NO CEM TIRADENTES / Luana Alves Patricio. – Palmas, TO, 2021.
64 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus Palmas, Palmas, TO, 2021.

Orientador: Me. Humberto Jose Gama da Silva

1. Ensino de Física. 2. Material de Baixo Custo. 3. Aprendizagem Significativa. I. da Silva, Humberto Jose Gama. II. Título.

CDD 530

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.
Elaborado pelo sistema de geração automatica de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins
Campus Palmas

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: O USO DE MATERIAIS DE BAIXO CUSTO EM EXPERIMENTOS DE FÍSICA

AUTOR: LUANA ALVES PATRÍCIO

ORIENTADOR(A): PROF. ME. HUMBERTO JOSÉ GAMA DA SILVA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus Palmas, como parte das exigências para a conclusão do curso de Licenciatura em Física.

Aprovado em 09/09/2021.

Prof. Me. Humberto José Gama da Silva
IFTO - Orientador

Prof. Me. Francisco Romero Araújo Nogueira
IFTO - Membro

Prof. Dr. Weimar Silva Castilho
IFTO - Membro

Documento assinado eletronicamente por **Humberto Jose Gama da Silva**, **Coordenador**, em 13/09/2021, às 15:14, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Weimar Silva Castilho**, **Servidor**, em 14/09/2021, às 17:40, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Francisco Romero Araujo Nogueira**, **Servidor**, em 14/09/2021, às 18:39, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ifto.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1395843** e o código CRC **EA8CE35D**.

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, a meu pai que me incentivou e ensinou a ser forte, sei que lá do céu está aplaudindo a minha vitória. A minha mãe me mostrou que a desistência nunca foi uma opção e que acalmou meu coração em todos os momentos de angústias.

AGRADECIMENTOS

Hoje não posso esquecer o papel que Deus teve ao longo do meu percurso. Agradeço ao senhor pela força que colocou no meu coração para lutar até alcançar esta grande meta na minha vida e por ter me ensinado a nunca desistir.

Agradeço a meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional. Agradeço a minha mãe Maria Alves e meu Pai Alcides Patricio (in memorian), por todos os momentos dedicados a mim, pelas palavras, pelos conselhos, pelo amor, pela honestidade, pelo afeto e pela amizade.

Agradeço aos meus irmãos Fábio Júnior, Yonaria, Alcindo e Heronita que sempre estiveram do meu lado nos momentos de dificuldades, por cada livro compartilhado, cada minuto de atenção que me deram, cada puxão de orelha, cada abraço, cada luta que lutaram comigo,cada novidade que me apoiaram e por todo perdão que me deram. Obrigado meus sobrinhos e cunhados(as) que diretamente e indiretamente contribuíram em alguns momentos durante o curso.

Ao meu namorado Paulo Henrique que foi um presente de Deus na minha vida, obrigada por dividir angústias, tristezas, compartilhar bênçãos e somar sonhos. Deus sabe de tudo o que faz, e com toda a certeza do mundo, sabia que você me faria muito feliz.

Ao meu orientador Profe. Humberto José Gama da Silva, pelo seu empenho e dedicação nas diversas análises deste trabalho, que além de me orientar me ajudou muito, sem medir esforços na realização deste trabalho.

Mais uma vez agradeço a Deus por todas as bênçãos concedidas na minha vida, sem o senhor eu não seria nada.

A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo.

Albert Einstein

PATRÍCIO, Luana Alves. **O uso de materiais de baixo custo em experimentos de física.** 2021. 63f. Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus* Palmas - TO, 2021.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo apresentar os resultados de uma pesquisa de natureza qualiquantitativa, realizada com alunos do primeiro ano do Ensino Médio do Cem Tiradentes , na cidade de Palmas - TO, onde foi avaliada a viabilidade da utilização de materiais de baixo custo e de fácil acesso na confecção de um material que promova a Aprendizagem Significativa. Com base na leitura crítica da literatura acerca da produção de atividades experimentais envolvendo materiais de baixo custo e da Teoria Alsubeliana da Aprendizagem, foi elaborado um mini-curso a ser aplicado com os sujeitos da pesquisa. O conteúdo abordado foram as Leis de Newton. Os sujeitos da pesquisa foram alunos da 1ª série do Ensino Médio do referido centro educacional. Os instrumentos de coleta de dados foram questionários aplicados a 60 (sessenta) alunos, com perguntas abertas e objetivas, antes e após as atividades experimentais. Nesse contexto, foi verificada uma sensível melhora no desempenho dos alunos após a aplicação das mesmas, o que aponta para a viabilidade da proposta. De acordo com os resultados obtidos após o tratamento estatístico das respostas, a estratégia utilizada, pautada na contextualização com a vivência cotidiana dos alunos e na articulação entre a teoria e prática, apontou para um crescimento do senso crítico dos alunos, criatividade e motivação, possibilitando, dessa forma, uma alternativa de tornar o processo de ensino e de aprendizagem dos conceitos básicos de dinâmica eficaz e prazeroso.

Palavras-chave: Ensino de Física, Material de baixo custo, Atividades Experimentais, Aprendizagem Significativa.

ABSTRACT

The present work aimed to present the results of a quanti-qualitative research, carried out with first-year high school students at CEM TIRADENTES, in the city of Palmas TO, where the feasibility of using low-cost materials was evaluated. easily accessible in the production of material that promotes Meaningful Learning. Based on the critical reading of the literature on the production of experimental activities involving low-cost materials and the Alsubelian Learning Theory, an intervention was designed to be applied with the research subjects. The covered content was Newton's Laws. The research subjects were 1st grade high school students from the aforementioned educational center. The data collection instruments were questionnaires applied to 60 (sixty) students, with open and objective questions, before and after the experimental activities. In this context, there was a noticeable improvement in the performance of students after their application, which points to the feasibility of the proposal. According to the results obtained after the statistical treatment of the answers, the strategy used, based on contextualization with the students' daily experience and on the articulation between theory and practice, pointed to a growth in students' critical sense, creativity and motivation, enabling, in this way, an alternative to make the teaching and learning process of the basic concepts of dynamics effective and pleasurable.

Keywords: Teaching Physics, Low-cost Material, Experimental Activities, Meaningful Learning.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Distribuição percentual de respostas.....32

Gráfico 2. Distribuição percentual de respostas.....33

Gráfico 3. Distribuição percentual de respostas.....34

Gráfico 4. Distribuição percentual de respostas.....35

Gráfico 5. Distribuição percentual de respostas.....36

Gráfico 6. Distribuição percentual de respostas.....37

Gráfico 7. Distribuição percentual de respostas.....38

Gráfico 8. Distribuição percentual de respostas.....39

Gráfico 9. Distribuição percentual de respostas.....39

Gráfico 10. Distribuição percentual de respostas.....40

Gráfico 11. Distribuição percentual de respostas.....41

Gráfico 12. Distribuição percentual de respostas.....42

Gráfico 13. Distribuição percentual de respostas.....43

Gráfico 14. Distribuição percentual de respostas.....44

Gráfico 15. Distribuição percentual de respostas.....45

Gráfico 16. Distribuição percentual de respostas.....46

LISTA DE FIGURA

Figura 1. Imagem ilustrativa do experimento “Verificando a Primeira lei de Newton”.....30

Figura 2. Imagem ilustrativa do experimento ‘”Foguete de Balao”.....32

Sumário

1.INTRODUÇÃO 13
2. REFERENCIAL TEÓRICO 15
2.1. O Ensino da Física no Brasil 15
2.2. O Ensino da Física Segundo os Parâmetros Curriculares do Ensino Médio 15
2.3 A Utilização de Experimentos nas Aulas de Física 16
2.4 Laboratórios Didáticos de Física em escolas de Ensino Médio 17
2.4.1 Laboratório de Demonstração 18
2.4.2 Laboratório Tradicional 19
2.4.3 Laboratório Divergente 19
2.4.4 Laboratório biblioteca 20
2.4.5 Laboratório Fading 20
2.4.6 Laboratório Circulante 20
2.5 Uso de materiais de baixo custo no Ensino de Física 21
2.5.1 Pesquisas Realizadas Sobre o Uso de Material de Baixo Custo no Ensino de Física. 23
3. TEORIA AUSUBELIANA DA APRENDIZAGEM 26
3.1. Princípio da Aprendizagem significativa 26
3.2 A aprendizagem significativa e atividades experimentais 27
4. METODOLOGIA 29
4.1 Revisão Bibliográfica 30
4.2 Confecções do material didático: 30
4.2.1 Elaboração do mini curso: 30
4.2.2 Primeiro questionário: 30
4.2.3 Segundo questionário: 30
4.2.4 Aquisição dos materiais: 31
4.3 Apresentação do mini-Zurso: 31
4.3.2 Segunda parte: 31
4.3.3 Terceira parte: 31
4.3.4 Quarta parte: 32
4.3.5 Quinta parte: 33
4.3.6 sexta parte: 34
4.3.7 Sétima parte: 34
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO 34
5.1. Respostas ao questionário 1: Aplicado antes do experimento. 34

4.2. Respostas ao questionário 2: Aplicado após a execução dos experimentos. 42
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS 48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 49

1.INTRODUÇÃO

O processo de ensino-aprendizagem da disciplina de Física, no Brasil, tem sido reconhecido como deficiente em diversos estudos (BRASIL, 1998; FÁVERO, 2001; MOREIRA e GRECA, 2003; MATHEUS, 2005) tanto no que se refere à formação docente como discente. Os alunos parecem aprender muito cedo a desenvolver uma atitude negativa em relação a essa componente, estudando-a mais por uma imposição curricular do que por satisfação pessoal. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998) apontam que:

> O ensino de Física tem-se realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado. Privilegia a teoria e a abstração, desde o primeiro momento, em detrimento de um desenvolvimento gradual da abstração que, pelo menos, parta da prática e de exemplos concretos. Enfatiza a utilização de fórmulas, em situações artificiais, desvinculando a linguagem matemática que essas fórmulas representam de seu significado físico efetivo.

Um dos maiores aliados do aluno e do professor no processo de ensino e de aprendizagem de Física é o livro didático. No entanto, boa parte desses livros privilegia mais a resolução de problemas com ênfase nas fórmulas matemáticas. Não se trata de questionar a importância da linguagem matemática na descrição dos fenômenos estudados pela Física, mas verificar que, nesses livros didáticos, não são estimuladas as Práticas Sociais de Referência1 para a articulação de conceitos em sala de aula. De acordo com Ausubel (1980), ações pedagógicas que não considerem a realidade sócio cultural vivenciada pelo aluno contribuem para uma aprendizagem mecânica, de caráter não significativo. Nesse contexto, o professor deve formular estratégias de ensino e aprendizagem relacionadas aos fatos presentes no cotidiano dos alunos, respeitando os conhecimentos prévios dos mesmos.

Atividades experimentais podem ajudar o aluno a despertar o interesse pela Física, pois proporciona a oportunidade de conhecer na prática fenômenos que até então estavam restritos ao livro didático ou ao quadro. No

[1] De acordo com Alves Filho (2000) as Práticas Sociais de referência são ações desenvolvidas pelo professor as quais levam em conta a realidade sócio-cultural vivenciada pelo discente. Essas práticas são importantes porque elas podem evitar a utilização de exemplos que não fazem parte da cultura do estudante e por isso não são significativos.

entanto, essas atividades são pouco realizadas pelos professores de Física no Ensino Médio. Estudos apontam (Alves Filho, 2000; Goulart, 2005) que a falta de material; espaço físico; ausência de motivação por parte dos professores e a não formação adequada para ministrar aulas experimentais são possíveis causas para o precário ou o não uso dessas atividades nas escolas.

Uma proposta viável seria o uso de materiais de baixo custo e de fácil acesso em experimentos realizados em sala de aula. Experimento de baixo custo é aquele construído a partir de materiais descartados, cuja reutilização é possível, ou adquirido a baixo preço no mercado. Os mesmos podem substituir os experimentos que normalmente seriam realizados em um laboratório convencional. Sobre o uso de materiais de baixo custo, SOUZA (2014, P.01) diz que:

> O uso de materiais de baixo custo em experimentos de física são planejados, com o intuito de melhorar a aprendizagem dos mesmos, abordando a física de maneira lúdica e dinâmica com a intenção de despertar o interesse pela disciplina e pelos conteúdos trabalhados.

O presente trabalho tem como objetivo propor uma estratégia de ensino e de aprendizagem do conteúdo referente às Leis de Newton utilizando material de baixo custo e de fácil acesso. Com base na análise dos dados coletados, será verificada a viabilidade da utilização dessas estratégias, por parte de alunos e professores, como parte integrante de um material que promova a aprendizagem significativa. Para tanto, este trabalho foi estruturado da seguinte forma: O primeiro capítulo refere-se à revisão de literatura, onde serão abordados: Algumas considerações sobre o ensino de Física no Brasil; as propostas dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio; considerações sobre utilização de experimentos nas aulas de Física; laboratórios didáticos de Física em escolas de Ensino Médio; o uso de Materiais de baixo custo no ensino de Física e, finalmente, pesquisas realizadas sobre o uso de material de baixo custo no ensino de Física. O capítulo dois será dedicado à teoria da Aprendizagem Significativa de Ausbel, cujos fundamentos utilizamos como suporte no desenvolvimento deste trabalho. O terceiro capítulo constitui na descrição dos aspectos metodológicos do trabalho. No quarto serão apresentados os resultados e discussões sobre o estudo. Por fim, no quinto capítulo serão apresentadas as considerações finais do trabalho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. O Ensino da Física no Brasil

Diante das inquietações decorrentes dos problemas enfrentados por alunos e professores no processo de ensino e de aprendizagem de Física no Brasil se faz necessária uma análise crítica em relação aos aspectos metodológicos dessa componente curricular. Como afirma BONADIMAN e NONENMACHER (2007, p. 24):

> [...] é importante o professor compreender o processo de ensino aprendizagem da Física como uma ciência dinamicamente constituída pelos conhecimentos produzidos pelo o homem ao longo da sua história, nas suas relações com o contexto cultural e social.

Nesse sentido, o ensino de Física deve ter o propósito de mostrar aos alunos que a Física está presente no dia-a-dia. Levar experimentos para sala de aula e mostrar como funciona na prática, colocando os alunos frente a situações que envolvam processos científicos e tecnológicos são formas de compreender a natureza, nutrir o gosto pela ciência e ajudar a explicar uma vasta quantidade de fenômenos que ocorrem ao nosso redor.

2.2. O Ensino da Física Segundo os Parâmetros Curriculares do Ensino Médio

Os PCN's do ensino fundamental e médio são documentos educativos que norteiam a atividade docente. No que diz respeito ao ensino de Física no Ensino Médio os PCNEMs orientam que:

> Espera-se que o ensino de Física, na escola média, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação. Para tanto, é essencial que o conhecimento físico seja explicitado como um processo histórico, objeto de contínua transformação e associado às outras formas de expressão e produção humanas. É necessário também que essa cultura em Física inclua a compreensão do conjunto de equipamentos e procedimentos, técnicos ou tecnológicos, do cotidiano doméstico, social e profissional (BRASIL, 1999, p.22).

A compreensão da linguagem Física se faz cada vez mais necessária. Nesse sentido os PCNEMs afirmam:

> A Física tem uma maneira própria de lidar com o mundo, que se expressa não só através da forma como representa, descreve e escreve o real, mas, sobretudo na busca de regularidades, na conceituação e quantificação das grandezas, na investigação dos fenômenos, no tipo de síntese que promove. Aprender essa maneira de lidar com o mundo envolve competências e habilidades específicas relacionadas à compreensão e investigação em Física (Brasil, 1999, p.24).

Os PCNEM (BRASIL, 1999) também apontam que as aulas são muito matematizadas e que possuem pouca relação com o cotidiano. Isso provoca o desinteresse pela disciplina e, dessa forma, os assuntos estudados são apreendidos de forma literal e arbitrária, tornando a aprendizagem mecânica e não significativa. Dessa forma os conceitos apresentados em sala são logos esquecidos, aumentando os problemas de aprendizagem da disciplina.

2.3 A Utilização de Experimentos nas Aulas de Física

O uso de atividades experimentais em sala de aula pode ser uma estratégia capaz de proporcionar aos alunos um aprofundamento em seus conhecimentos, estimulando a busca de soluções de problemas e proporcionando meios para a construção de um conhecimento que poderá ser usado no cotidiano. Entretanto, essas atividades devem ser relacionadas com acontecimentos da vida diária dos alunos, considerando os conhecimentos prévios e estimulando a participação dos mesmos. Nesse contexto, Bizzo (2002, p.75) argumenta:

> (...) o experimento, por si só não garante a aprendizagem, pois não é suficiente para modificar a forma de pensar dos alunos, o que exige acompanhamento constante do professor, que deve pesquisar quais são as explicações apresentadas pelos alunos, os resultados encontrados e propor, se necessário, uma nova situação de desafio.

Outro aspecto importante nas atividades experimentais é a possibilidade do professor mostrar na prática os conteúdos trabalhados em sala de aula, tornando, dessa forma, o processo de ensino e de aprendizagem mais ativo. No entanto, esse processo deve relacionar-se a aspectos socioculturais do aluno. Nesse contexto, Gaspar & Monteiro 2005 argumentam:

> A atividade de demonstração experimental em sala de aula, particularmente quando relacionada a conteúdos de Física, apesar de fundamentar-se em conceitos científicos, formais e abstratos, tem por singularidade própria a ênfase no elemento real, no que é diretamente observável e, sobretudo, na possibilidade simular no

> micro-cosmo formal da sala de aula a realidade informal vivida pelo aluno no seu mundo exterior. (GASPAR E MONTEIRO, 2005, p. 232).

Nesse sentido Seré (2003) corrobora:

> Graças às atividades experimentais, o aluno é incitado a não permanecer no mundo dos conceitos e no mundo das 'linguagens', tendo a oportunidade de relacionar esses dois mundos com o mundo empírico. Compreendem-se, então, como as atividades experimentais são enriquecedoras para o aluno, uma vez que elas dão um verdadeiro sentido ao mundo abstrato e formal das linguagens (SERÉ 2003, P.39).

Diante do exposto, é possível argumentar que as atividades experimentais podem ser organizadas de várias maneiras, desde processos que visam apenas a verificação de leis e teorias estudadas em sala de aula até estratégias que estimulam a criatividade dos alunos, estabelecendo conexões entre a Física do livro didático e a Física do cotidiano. Serão mostrados a seguir alguns tipos de laboratórios didáticos utilizados em escolas de Ensino Médio.

2.4 Laboratórios Didáticos de Física em escolas de Ensino Médio

Segundo Borges (2002), o processo de ensinar e aprender Física é algo complexo e envolve dificuldades para alunos e professores. Sendo assim, o laboratório didático pode ser encarado como uma opção para enfrentar alguns destes problemas.

Como ciência que estuda os fenômenos naturais, a Física sempre utilizou a experimentação na evolução de seus conceitos. Nesse contexto, a utilização do laboratório é importante no fazer e no aprender Física, conforme argumenta Pinho Alves (2000). Na mesma direção Brodin destaca que o laboratório didático:

> “[...] é o elo que falta entre o mundo abstrato dos pensamentos e idéias e o mundo concreto das realidades físicas. O papel do laboratório é, portanto, o de conectar dois mundos, o da teoria e o da prática” Brodin (1978, p.10).

O laboratório didático de física tem sido um espaço valorizado tanto na Educação Básica como no Ensino Superior. Porém, a inserção desses laboratórios nos cursos de Física de Ensino Médio continua sendo alvo de inquietações. Isso significa que o papel do laboratório didático ainda não é

bem compreendido no processo de ensino e de aprendizagem, o que, segundo Borges (2002) contribui para que o tradicionalismo no ensino continue a se perpetuar, mantendo sua hegemonia nas escolas.

Trabalhos desenvolvidos por Ferreira (1985), Pinho Alves (2000) e Moreira e Levandowski (1983) apresentam e classificam diferentes tipos de laboratórios didáticos, bem como sugerem formas de utilizá-los no ensino. Nesse contexto, as práticas de laboratório didático no ensino de Física não são idênticas entre si. Alves Filho (2000) propõe uma tipologia, com base na literatura da área, que ajuda a compreender essas diferenças. Com base na tipologia de Alves Filho (2000) foram selecionados seis tipos de laboratórios didáticos para discussão neste trabalho: Demonstrações, Tradicional, Divergente, Biblioteca, Fading e Circulante.

2.4.1 Laboratório de Demonstração

Dentre os diversos tipos de laboratórios didáticos, o laboratório de demonstrações ou experiência de cátedra, sem dúvida, está entre os mais antigos e se desconhece o período em que foi agregado ao ambiente escolar. Nessa atividade experimental, o aluno é observador/espectador da atividade experimental. Sobre as funções exercidas pelo professor e pelos alunos no laboratório de demonstrações, Alves Filho (2000) afirma que:

> Ao professor cabe exercer o papel magistral e formal de senhor absoluto do conhecimento e domínio na manipulação dos equipamentos e dispositivos. Ao aluno, afastado de qualquer participação mais ativa, é reservado o papel de ouvinte e observador passivo. (ALVES FILHO, 2000, p.65).

O experimento é utilizado como uma introdução ao assunto, para que motive e facilite a compreensão para o aluno (FERREIRA, 1978). Segundo Alves Filho (2000) o laboratório tem como objetivo facilitar a compreensão; tornar o conteúdo agradável e interessante; auxiliar o aluno a desenvolver habilidades de “observação” e “reflexão” e apresentar “fenômenos físicos”. Ferreira (1978) acredita que este tipo de experiência seja algo mais motivador para aqueles que as realizam (professores) do que para os observadores (alunos).

2.4.2 Laboratório Tradicional

É o tipo de laboratório mais conhecido e utilizado em instituições de Ensino Básico e Superior. É atribuída ao aluno a tarefa de montar, manusear e realizar as medidas diretas e indiretas de grandezas físicas, geralmente acompanhado de um roteiro, que orienta o estudante no trabalho experimental em pequenos grupos. Desenvolve habilidades específicas relacionadas ao manuseio de equipamentos, obtenção e análise de dados, verificando leis ou fenômenos. Neste sentido Borges (2002, p.296), corrobora que:

> O laboratório tradicional estimula o trabalho em grupo, oportuniza ao aluno a interação com a montagem do experimento e com os aparelhos de medidas, possibilita o compartilhamento de informações e ideias entre os estudantes, como a divisão de tarefas e responsabilidades. Outra vantagem é o caráter informal do laboratório quando comparado com as aulas em sala.

O aluno é levado a desenvolver uma sequência de instruções pré estabelecidas e planejadas para que no final chegue a uma conclusão específica.

2.4.3 Laboratório Divergente

Se comparado ao laboratório tradicional, o laboratório divergente possui maior flexibilidade quanto aos procedimentos a serem executados. Sua versatilidade quanto aos procedimentos permite que o estudante desenvolva certa autonomia frente às atividades. Nesse tipo de laboratório o aluno pode escolher um assunto de seu interesse, para posterior aprofundamento, a partir dos conhecimentos e habilidades experimentais adquiridos até ali. Dessa forma permite que o aluno tenha poder de decisão quanto aos métodos e procedimentos a serem adotados. Nesse sentido Alves Filho (2000, p.175) diz que:

> “O Laboratório divergente possui uma dinâmica de trabalho que possibilita ao estudante trabalhar com sistemas físicos reais, oportunizando a resolução de problemas cujas respostas não são pré-concebidas”. Isto mostra o caráter “desafiador” do laboratório divergente, pois, diferentemente do laboratório tradicional ou do demonstrativo, os estudantes precisam desenvolver por si mesmos os procedimentos a serem executados.

2.4.4 Laboratório biblioteca

O laboratório biblioteca é constituído por experimentos pré-montados e de rápida execução, que ficam à disposição dos alunos da mesma forma que uma biblioteca, podendo ser acessados pelos mesmos em períodos extracurriculares, desde que acompanhados por monitores. Possui roteiros fortemente estruturados e pouco flexíveis. Diferente do laboratório tradicional a quantidade de medidas realizadas, dados coletados e a elaboração de gráficos e tabelas são feitas em menor quantidade, de modo que durante as aulas seja possível a realização de mais de um experimento. Sobre a função do laboratório biblioteca Alves Filho (200) argumenta:

> O laboratório biblioteca tem como função exercitar e/ou demonstrar conteúdos vistos em sala de aula, porém, muitas vezes fica a cargo do aluno realizar as atividades nos períodos extracurriculares,mostrando o caráter optativo que este laboratório exerce no ensino. Alves Filho (2000, p. 176).

2.4.5 Laboratório Fading

“Fading” significa enfraquecer. Esse nome é dado pelo fato desse laboratório ter como característica a redução gradativa da quantidade de informações contidas no roteiro. Diferente do laboratório tradicional, este diminui lentamente as informações contidas no roteiro, permitindo que o aluno tenha espaço para executar a atividade à sua maneira. Sobre esse método de redução de informações no roteiro Alves Filho (2000, p. 176) argumenta:

> Com a redução de informações contidas no roteiro, os estudantes são desafiados, com o auxílio do professor, a desenvolver os procedimentos experimentais a serem seguidos no decorrer da atividade. Tanto o planejamento, quanto a execução ficam a critério do aluno, portanto cabe a eles decidir, levando em conta os recursos disponíveis, qual o experimento será realizado e como o mesmo será feito.

2.4.6 Laboratório Circulante

O laboratório circulante tem sua origem baseada na ideia do laboratório biblioteca. É constituído de experimentos simples disponibilizados em kits. Os

kits ficam à disposição dos alunos como no laboratório biblioteca, podendo serem retirados e levados para casa pelo aluno. Isso possibilita que os experimentos sejam realizados em um intervalo de tempo muito maior, em comparação com os feitos em sala de aula. Dessa forma, é dada ao aluno a oportunidade de fazer a tomada direta ou indireta de medidas de grandezas físicas quantas vezes for necessário. Neste sentido, Alves filho diz que:

> Os experimentos propostos proporcionam o estudo de fenômenos simples, princípios ou leis básicas. Sua versatilidade e facilidade de manipulação permitem ao estudante o desenvolver de habilidades experimentais, iniciativa, análise e crítica, em um ambiente alheio ao formal escolar, com plena liberdade de ação. (ALVES FILHO, 2000, p.71)

Ao finalizar o experimento, o estudante faz um relatório e entrega ao professor junto ao kit experimental que foi utilizado.

2.5 Uso de materiais de baixo custo no Ensino de Física

A promoção de novas metodologias, as quais incluem as atividades práticas, contribui na otimização do processo de ensino e de aprendizagem de Física nas escolas. Porém, em muitas delas, a ausência de uma estrutura física adequada constitui entrave na promoção de um ensino da Física satisfatório2. Um deles é a falta de laboratórios apropriados para os experimentos.

Experimentos com materiais de baixo custo pode ser uma alternativa viável por ser acessível a alunos e professores, como corrobora D'ÁVILA (1999, p. 58) ao afirmar que:

> [...] os materiais de baixo custo podem ser uma alternativa para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem no ensino de Física, pois são capazes de levar o professor à percepção de que é possível fazer do ensino algo mais estimulante e motivador e da aprendizagem, algo significativo.

De acordo com Wisniewski (1990), experimentos de baixo custo são aqueles que podem ser construídos a partir de materiais recicláveis ou a partir de peças adquiridas diretamente no comércio a preços acessíveis. Podem ser utilizados para substituir os kits experimentais encontrados em lojas de

[2] É possível verificar outros problemas como a carga horária inadequada, ausência de profissionais devidamente formados na área, salários dignos para esses profissionais etc.

produtos didáticos ou como um recurso instigante e divertido para interagir com a teoria articulada em sala de aula.

Jacques et al (2014) argumentam que a utilização de materiais reciclados e de baixo tem a vantagem de serem acessíveis a todas as escolas, sobretudo àquelas com poucos recursos financeiros. Jacques et al (2014) ainda acrescenta que a utilização destes materiais possibilitam a realização de atividades experimentais sem a necessidade de laboratórios sofisticados, que poucas escolas públicas brasileiras disponibilizam. Nesse contexto, os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEMs) complementa:

> As habilidades necessárias para que se desenvolva o espírito investigativo nos alunos não estão associadas a laboratórios modernos, com equipamentos sofisticados. Muitas vezes, experimentos simples, que podem ser realizados em casa, no pátio da escola ou na sala de aula, com materiais do dia a dia, levam a descobertas importantes. (BRASIL, 2002, p. 55).

Apesar de não favorecer para uma abordagem quantitativa de fenômenos físicos, uma vez que o desvio entre os valores teóricos e experimentais são bastante acentuados, experimentos de baixo custo e de fácil acesso podem ser de grande utilidade quando o objetivo é a verificação dos aspectos qualitativos dos respectivos fenômenos. Tem também a vantagem de possibilitar a realização de experimentos em sala de aula ou em casa, uma vez que não são necessárias condições especiais para o seu funcionamento. Nesse contexto, Moreira (2015) argumenta que os equipamentos de baixo custo podem ser construídos em casa pelos próprios alunos, não havendo, portanto, a necessidade de manutenção ou assistentes de laboratórios. Não precisam de um espaço físico especial para os mesmos além de contribuir no aprimoramento das habilidades manuais do aluno.

A utilização de experimentos feitos a partir de materiais de baixo custo pode tornar as aulas de Física mais motivadoras. No entanto, tal ação requer metodologias adequadas, conforme afirma RAMOS (1998, p. 53).

> Quando usamos materiais de baixo custo nas demonstrações de conceitos em Física, não se trata de criar montagens que finjam funcionar, mas aproveitamos as suas características físicas partindo de um ponto de vista desafiador e curioso ao aluno. Nesses momentos podemos proporcionar ao aluno o acesso ao conhecimento e até mesmo dar-lhe subsídios para o seu desenvolvimento cognitivo. Não se trata de obrigar o aluno a aprender [...], mas de "catalisar" este processo, mostrando que ele é capaz de aprender ao mesmo tempo em que tem contato com diversas possibilidades de conhecimento. “Trata-se, portanto, de

> desvelar ao aluno e ao próprio professor que há uma perspectiva associada à aprendizagem".

Diante do exposto infere-se que experimentos com materiais de baixo custo podem tornar-se objetos facilitadores na aprendizagem de conceitos e na articulação dos mesmos, sendo, portanto, instrumentos de fundamental importância na elaboração de um material potencialmente significativo[3] a ser desenvolvido por professores e alunos.

2.5.1 Pesquisas Realizadas Sobre o Uso de Material de Baixo Custo no Ensino de Física.

Segundo Araújo et al (2003) pesquisadores têm direcionado esforços para que sejam desenvolvidas estratégias de ensino pautadas em atividades práticas nas quais docentes e discentes tenham uma dependência mínima de espaços físicos e de kits experimentais tradicionais. No âmbito do ensino de Física, trabalhos científicos têm sido desenvolvidos com a finalidade de propor tais estratégias. Nesse contexto é possível destacar a "Proposta de laboratório de Física de baixo custo para escolas de redes públicas de Ensino Médio, ´ ´ artigo publicado na revista Scielo de autoria de José Carlos Xavier da Silva e Carlos Eduardo dos Santos Leal. A proposta do trabalho foi a implementação de um laboratório de Física construído a partir da aquisição de materiais de baixo custo e de fácil acesso. O trabalho foi realizado na ETEC Professor Eudécio Luiz Vicente, localizada em Adamantina, SP. Trata-se de uma escola técnica pública de um bairro periférico da cidade. A opção por esta escola se deu pelo fato dos autores do trabalho ministrarem aulas de Física nesta instituição e, por isto, conhecerem os problemas de ensino e de aprendizagem na disciplina Física. Os sujeitos da pesquisa foram 180 alunos da referida escola (alunos dos autores do trabalho) que fizeram a adesão de forma voluntária para atuar na pesquisa. A sequência didática na realização dos experimentos, realizados no laboratório de ciências na unidade escolar, teve uma carga horária de 20 horas.

Foram realizados experimentos de Física para que o aprendiz pudesse alcançar a compreensão das Leis que regem os fundamentos da Mecânica Newtoniana, Óptica Geométrica, Termologia, Eletricidade e Magnetismo.

Foram feitas montagens de 03 Kits de Experimentos, 01 Kit para cada série do Ensino Médio. Foi construído, também, um site do qual traz várias informações pertinentes ao desenvolvimento do projeto. Dessa forma o próprio autor aponta que:

> O nível de satisfação dos alunos, durante as atividades, manifesta um ambiente propício à aprendizagem onde todos são agentes do processo, agindo como pesquisadores com uma investigação própria. Conclui-se que o nível de rupturas das concepções antigas e a substituição por outras, não necessariamente científicas, mas, pelo menos mais elaboradas, foi satisfatório e promovido pelos conflitos cognitivos e interações sociais promovidos durante a aplicação das atividades. Uma continuidade desse trabalho poderia, sim, criar condições para um aprendizado de Ciência em que as mudanças conceituais para modelos científicos fossem atingidas em médio prazo, Santos (2017,p .51).

-Ensino interativo de Física Utilizando material de baixo custo e fácil acesso", escrito por Silva Luis Agostinhos dos Santos. O trabalho apresenta uma proposta de inserção de experimentos de baixo custo e fácil acesso no ensino de Física. A proposta foi programada numa escola da rede pública de Ensino Médio, no Rio de Janeiro, no ano de 2007. O projeto foi realizado a partir de recursos da FAPERJ (Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio de Janeiro). A unidade escolar atendida foi o Colégio Estadual João Alfredo, CEJA, que apresentava uma grande carência de equipamentos e atividades no laboratório didático de ciências. O projeto contou com a participação efetiva de dois professores de Física do Colégio João Alfredo e de um grupo de estudantes do curso de Licenciatura em Física da UERJ. A atividade teve aplicação nas três séries do Ensino Médio, abrangendo um total de mil alunos.

A proposta foi iniciada a partir da execução de um cronograma de atividades no qual foram definidos os experimentos a serem realizados para as diferentes séries no referido colégio. Em seguida, foi realizado um levantamento bibliográfico para a elaboração de roteiros de execução para os experimentos selecionados. A etapa seguinte consistiu na tomada de preços e aquisição de materiais necessários para os experimentos. Em seguida foram iniciadas as práticas correspondentes a cada série escolar. Com base na análise estatística dos dados coletados através de questionários aplicados a alunos e professores envolvidos na pesquisa, foi constatada uma melhoria de desempenho dos alunos nas aulas teóricas de Física.

- “O uso de atividades experimentais com materiais de baixo custo no ensino de Física” escrito por Andréa Raquel da Silva Lima, Kelnen Félix Pereira e Luciano Feitosa do Nascimento. O trabalho foi publicado pela a Revista Práxis em 2017. A pesquisa foi realizada em duas escolas na cidade de Campina Grande – PB. As escolas escolhidas para a aplicação da proposta didática foram as Escolas Estaduais de Ensino Fundamental e Médio Murilo Braga e Clementino Procópio. O intuito do trabalho foi o uso de materiais de baixo custo e fácil acesso em experimentos de Física para ajudar os alunos em sala de aula. Essa proposta foi aplicada em turmas de 9° ano do Ensino Fundamental nas duas escolas, onde o assunto escolhido foi Movimento Retilíneo Uniforme (MRU). O intuito foi a construção de um experimento que fosse acessível em qualquer escola e que o material fosse facilmente adquirido. Nessa direção foram utilizados cabos de vassouras, tubos plásticos, óleo mineral e esferas de rolamentos automotivos que foram descartados. O resultado foi um experimento que simulava um movimento retilíneo e uniforme, onde uma esfera se deslocava dentro de um tubo preenchido com óleo onde os espaços percorridos foram registrados nos cabos de vassoura. Cada turma, composta de 30 alunos, foram divididas em duas.

Para a aplicação do projeto foram necessárias três aulas. Na primeira aula foi ministrada uma abordagem expositiva onde foram apresentados conceitos iniciais de velocidade instantânea e velocidade média. Na segunda aula foi feita uma exposição oral sobre Movimento Retilíneo e Uniforme, Na terceira aula os alunos foram divididos em grupos de três, onde foi entregue um roteiro com as orientações a serem seguidas: inclinar o material construído, registrar o tempo utilizando o cronômetro e anotar o espaço percorrido pela esfera. Após o término do experimento foi realizado um debate sobre o conteúdo abordado no experimento. Ao fim do projeto foi possível concluir que o objetivo de despertar o interesse pela Física em jovens do Ensino Fundamental foi alcançado com sucesso, já que a maioria dos alunos se identificou bastante com a atividade experimental.

Diante dos resultados apresentados nos trabalhos científicos expostos, infere-se que experimentos desenvolvidos a partir de materiais de baixo custo e fácil acesso, na articulação de conceitos físicos, é uma estratégia viável, de boa aceitação por parte dos alunos, e adotada na Educação Básica (nas

instituições assistidas pelo sistema público de ensino) em diferentes regiões brasileiras.

3. TEORIA AUSUBELIANA DA APRENDIZAGEM

3.1. Princípio da Aprendizagem significativa

David Paul Ausubel (1918 – 2008) foi um médico e psicólogo estadunidense. Professor da Universidade de Colúmbia, em Nova Iorque, é representante do "cognitivismo" que define um dos tipos de aprendizagem: a aprendizagem cognitiva. Para Ausubel, a aprendizagem ocorre quando o indivíduo consegue ampliar e reconfigurar aquilo que ele recebe. Assim, deve-se ser levado em conta os conhecimentos prévios do aluno.

Ao conjunto de conceitos hierarquicamente organizados e que articulam entre si na mente do educando, Ausubel deu o nome de estrutura cognitiva. De acordo com a sua teoria, uma aprendizagem só se torna significativa quando um novo conceito consegue se relacionar com conceitos prévios existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Dessa forma, considerar a bagagem cognitiva do mesmo e ampliar com aquilo que o professor, mais os livros e o contexto social, pode fornecer é essencial para uma aprendizagem efetiva e não arbitrária. Nessa direção, Ausubel (1978, p. 41) apresenta que:

> A essência do processo de aprendizagem significativa é que ideias simbolicamente expressa sejam relacionadas de maneira substantiva e não arbitrária ao que o aprendiz já sabe, ou seja, a algum aspecto de sua estrutura cognitiva especificamente relevante para a aprendizagem com essas ideias.

Portanto, umas das condições para a ocorrência da aprendizagem significativa é que o conhecimento a ser apreendido seja relacionado a conhecimentos prévios já existentes. Para Ausubel, esse conhecimento prévio representa o ponto de ancoragem de novas informações futuras, projetadas para interagir com o que já está na mente do indivíduo. A esses pontos de ancoragem Ausubel dar o nome de Subsunçores[4]. Nesse sentido, Moreira e Masini 2006 acreditam que a aprendizagem significativa ocorre quando:

> [...] uma nova informação ancora-se em subsunções relevantes preexistentes na estrutura cognitiva de quem aprende. Ausubel vê o armazenamento de informações na mente humana como sendo altamente organizado, formando uma hierarquia conceitual na quais

> elementos mais específicos de conhecimento são relacionados (e assimilados) a conceitos e proposições mais gerais, mais inclusivos (MOREIRA e MASINI, 2006, p.17).

Quando o material a ser aprendido não encontra nenhum conceito subsunçor que possa ser ancorado, ocorre o que Ausubel chama de aprendizagem mecânica ou arbitrária, que é o processo no qual uma nova informação não consegue interagir ou obter pontos de ancoragem à relevantes existentes na estrutura cognitiva do aluno.

Segundo Ausbel (1980) a aprendizagem mecânica é necessária quando se trata de algo inteiramente novo para o aprendiz, mas posteriormente ela poderá se tornar significativa. Desse modo ele sugere que ocorra um processo de ressignificação de subsunçores para acelerar o processo, ou seja, que sejam estabelecidos organizadores prévios3 a fim de manipular a Estrutura Cognitiva, interligando conceitos aparentemente não relacionáveis através da abstração.

Afirma-se que só se aprende significativamente a partir do que já se sabe. Porém, o aprendiz deve ter intencionalidade para aprender significativamente e o material de ensino deve ser potencialmente significativo. De acordo com Moreira (1999), um material é potencialmente significativo quando se relaciona de forma não arbitrária com as ideias preexistentes na estrutura cognitiva do aluno, quando apresenta a propriedade de ser relacionável com a estrutura cognitiva preestabelecida do sujeito. Nesse contexto, deve ser desenvolvido através de uma ação conjunta entre aluno e professor.

3.2 A aprendizagem significativa e atividades experimentais

A motivação é um dos pilares que sustentam a eficiência do processo de ensino e as atividades experimentais desempenham bem esse papel. Araújo e Adib corroboram:

> [...] de modo convergente a esse âmbito de preocupações, o uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física tem

[3] De acordo com a teoria de Ausubel, Organizadores prévios são propostos como um recurso instrucional potencialmente facilitador da aprendizagem significativa, no sentido de servirem de pontes cognitivas entre novos conhecimentos e aqueles já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

> sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de aprender e de se ensinar Física de modo significativo e consistente (ARAUJO e ADIB, 2003, p. 02).

> O uso de experimentos sempre deu uma importante contribuição para a construção do conhecimento no âmbito do ensino de Física. Quando esses experimentos são relacionados não só aos conteúdos presentes no livro didático, mas a outras ideias e conceitos provenientes do cotidiano do aluno, os conteúdos trabalhados são melhores absorvidos. Esta atividade pode ainda estimular o espírito de investigação dos alunos, de forma que estes possam aprimorar técnicas e melhor familiarizar-se com o método científico. Nesse contexto, Ausubel argumenta que as atividades experimentais promovem a aprendizagem significativa, pois: "Desta forma elas integram a estrutura cognitiva, reorganiza e transforma, produzindo o aprendizado desejado" (AUSUBEL, 1983, apud Martins, 2014, P.05).

Assim, para transformar atividades experimentais em um processo de aprendizagem significativa para os sujeitos é necessário que o professor tenha em mente que, no processo de ensino e de aprendizagem, a relação entre a teoria e a prática deve vir permeada de uma motivação por parte dos alunos. Tal atitude tem papel primordial para auxiliar o educando a desenvolver uma nova maneira de ver o mundo partindo de suas hipóteses e conhecimentos prévios, ampliando seu conhecimento sobre os fenômenos naturais. Assim como argumenta leiria e Mataruco (2015, p.20).

> Torna-se importante que essas atividades ao serem propostas devem valorizar os conhecimentos prévios que os alunos apresentam. Para isso o professor deve apresentar uma postura didática diferente da postura apresentada em seu cotidiano, uma postura que possibilite a mudança dentro da sua sala e que também proporcione uma boa manipulação das teorias e dos conceitos a serem trabalhados na aula.

Dessa forma o professor também passa a permitir o desenvolvimento de outras habilidades proporcionando assim uma melhora na compreensão e no entendimento do que se é ensinado. Leiria e Mataruco (2015, p.24) também relata:

> Dessa maneira, o professor passa a agir como se soubesse que seus alunos já possuem um conhecimento prévio sobre o assunto a ser trabalhado, e que esse conhecimento é incompleto de natureza e que deverá haver um embate entre o conhecimento dos seus indivíduos com o conhecimento científico.

Nessa mesma linha Moreira (1999), usando as palavras de David Ausubel, complementa que: "[...] o fator mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe. Descubra isso e ensine-o de acordo" (AUSUBEL apud MOREIRA, 1999; p. 163). Assim os conceitos a

serem abordados devem ser disponibilizados em forma de material que se relacione ao cognitivo do aluno. Ausubel (1976) corrobora:

> "Para que ocorra realmente aprendizagem significativa não é suficiente que o novo material seja intencional e que se relacione substancialmente com as ideias correspondentes abstractamente [...]. É também necessário que esse conteúdo idealmente pertinente exista na estrutura cognitiva do aluno em particular". (AUSUBEL, 1976, p.215).

No caso da utilização de materiais de baixo custo e de fácil acesso, para a elaboração de experimentos de Física por parte do educando, um brinquedo que poderia ser construído para divertir a família ou amigos pode ser transformado em objeto de aprendizagem de conceitos e parte integrante de um material potencialmente significativo. Para tanto, cabe ao professor adotar estratégias que ressignifique os subsunçores presentes na estrutura cognitiva do aprendiz, o que Ausubel chama de Organizadores Prévios, e crie uma associação com fatos do cotidiano do aluno, promovendo, dessa forma, condições para que ocorra a aprendizagem significativa.

4. METODOLOGIA

A abordagem metodológica utilizada neste trabalho foi de natureza qualiquantitativa que, segundo Knechtel (2014, p. 106) "interpreta as informações quantitativas por meio de símbolos numéricos e os dados qualitativos mediante a observação, a interação participativa e a interpretação do discurso dos sujeitos" (KNECHTEL, 2014, p. 106). Do ponto de vista de seus objetivos, é caracterizada como descritiva, pois, de acordo com Gil (1991), visa descrever características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis, que envolve o de técnicas padronizadas de coleta de dados (questionário e observação sistemática). Do ponto de vista dos procedimentos técnicos, teve o pesquisador como participante (observador). De acordo com Lüdke e André (1986), o pesquisador, apesar de falar sobre os objetivos da pesquisa, não revela seu total interesse, somente parte do que pretende. Esse posicionamento é tomado para que não haja alterações nos sujeitos estudados.

As atividades ocorreram entre os dias 15 e 17 de maio de 2019 nas dependências do Centro de Ensino MÉDIO TIRADENTES (CEM

TIRADENTES), com a participação de 60 alunos das turmas de 1° ano do ensino médio. Os mesmos foram divididos em dois grupos de 30 alunos. Para cada grupo foram administradas duas aulas com carga horária de 2h (duas horas). A razão da escolha do público residiu no fato da pesquisadora estagiar na instituição e, por isso, está familiarizada com a clientela.

O trabalho consistiu na elaboração e aplicação de um minicurso aos sujeitos da pesquisa, propondo a utilização de materiais de baixo custo como parte integrante de um material que promova a aprendizagem significativa a ser desenvolvido por alunos e professores no processo de ensino e de aprendizagem de Física no Ensino Médio. A teoria de aprendizagem adotada foi a de David Ausubel devido sua operacionalidade e adaptabilidade ao ensino e aprendizagem de conceitos relacionados à Física no Ensino Médio. As etapas do percurso foram desenvolvidas através das ações descritas a seguir:

4.1 Revisão Bibliográfica

Levantamento, seleção e leitura crítica da produção literária acerca do ensino de Física no Ensino Médio, do uso do laboratório didático de Física no Ensino Médio e a utilização de materiais de baixo custo na confecção de experimentos. Foi realizado também um estudo da teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

4.2 Confecções do material didático:

4.2.1 Elaboração do mini curso:

Elaboração do minicurso a ser aplicado aos sujeitos da pesquisa (Anexo III).

4.2.2 Primeiro questionário:

Confecção do primeiro questionário contendo 10 questões objetivas a ser aplicado antes do experimento (Anexo II).

4.2.3 Segundo questionário:

Confecção do segundo questionário a ser aplicado após o experimento (Anexo IV).

4.2.4 Aquisição dos materiais:

Aquisição dos materiais para a posterior montagem de experimentos a serem utilizados durante o mini-curso.

4.3 Apresentação do mini-Zurso:

O mesmo foi dividido em sete partes, as quais serão descritas a seguir:

·.**4.3.1 Primeira parte:** Após a apresentação do título e dos objetivos do minicurso, foi realizada uma aula tradicional, utilizando somente lousa, livro didático e pincel. O tempo de duração foi de 1h (uma hora). A aula ministrada teve o intuito de identificar quais os Organizadores prévios deveriam ser trabalhados, dando a eles um embasamento teórico para a realização dos experimentos. Os Organizadores Prévios foram uma revisão das leis de Newton, conteúdo no qual ia ser trabalhado nos experimentos. O conteúdo foi trabalhado de forma sucinta, prezando a participação dos alunos. Devido o professor da disciplina de Física já ter trabalhado o conteúdo em questão, a aula serviu para tirar dúvidas e levar exemplos conceituais presentes no cotidiano do aluno. Foi solicitado que os alunos expressassem os seus conhecimentos prévios sobre as leis de Newton, na forma oral, com base em seus subsunçores. Na sequência, os alunos foram convidados a responderem questões relacionadas aos seus conceitos sobre força, repouso e movimento, bem como a possibilidade de eles conseguirem visualizar as Leis de Newton no seu dia a dia.

A avaliação foi realizada de forma contínua, por meio da participação e interação entre os alunos e professora, durante as discussões realizadas acerca dos fenômenos e conteúdo abordado. Após finalizar a aula foi aplicado um questionário (Anexo II) com intuito de coletar dados para fins de pesquisa.

4.3.2 Segunda parte: Aplicação de questionário contendo 10 questões objetivas aos estudantes. As perguntas (DESCRITAS NO ANEXO II) tiveram como objetivo verificar se os alunos tinham interesse em estudar Física, quais as principais dificuldades encontradas, o que poderia melhorar no processo de ensino, além de problemas referentes ao conteúdo abordado em sala de aula – no caso, as leis de Newton. As respostas foram obtidas através dos recursos do Google Drive.

4.3.3 Terceira parte: Desenvolvimento em sala do primeiro experimento utilizando materiais de baixo custo, onde todos os alunos presentes

participaram. O propósito foi fixar o conteúdo ministrado na aula anterior. O experimento teve como objetivo trabalhar a primeira lei de Newton.

Em seguida a turma foi dividida em duplas. Foi entregue a cada dupla uma garrafa pet sem tampa, lápis e um aro de plástico. O aro foi feito com uma fatia de outra garrafa. De acordo com a Primeira Lei de Newton um corpo tende a permanecer em movimento retilíneo e uniforme ou em repouso se nenhuma força atuar sobre ele. Nesta atividade experimental, tivemos como objetivo mostrar como colocar um lápis dentro de uma garrafa pet usando a Primeira Lei de Newton. Foi dado um tempo para os alunos relacionarem os seus subsunçores sobre a primeira lei de Newton com o que foi pedido. Após sugestões, os estudantes apresentarem as suas hipóteses.

Foi entregue um roteiro para montagem dos experimentos: Coloque a garrafa sem tampa sobre uma mesa. Na boca da garrafa, coloque um aro de plástico e, apoiado sobre o aro, coloque um lápis ou um giz inteiro. Com uma régua, ou outro lápis, bata no aro no ponto indicado, fazendo com que ele saia de debaixo do lápis rapidamente. O lápis cairá dentro da garrafa. Nesse experimento, a única força atuante é o peso do lápis. Quando você bate no aro, na posição indicada, ele se deforma, saindo de debaixo do lápis sem aplicar nenhuma força sobre ele.

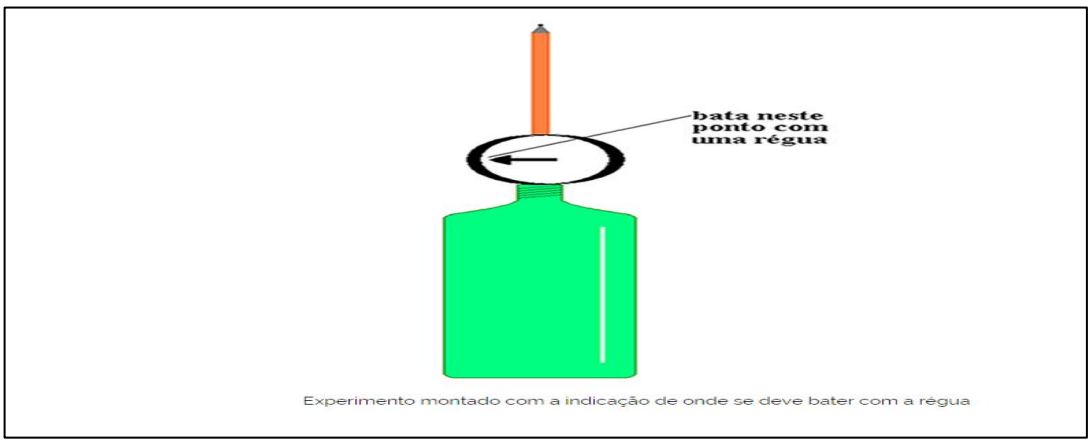


Figura 1.
Fonte: https://educador.brasilescola.uol.com.br/estrategias-ensino/verificando-primeira-lei-newton.htm acessado em 14/09/2021

No final do experimento foram perguntados aos alunos o que aprenderam como forma de avaliar, e iniciar um debate entre os mesmos sobre o tema tratado.

4.3.4 Quarta parte: Com a mesma garrafa do primeiro experimento foi feito o

segundo, demonstrando a segunda lei de Newton. O experimento foi simples: foi utilizada uma garrafa pet com água (e tampada) e uma garrafa pet vazia. A turma permaneceu dividida em duplas, como no primeiro experimento. Cada dupla recebeu duas garrafas. Cada garrafa foi posicionada em cima de uma mesa onde o aluno usa uma força para deslocá-la. Começando pela garrafa vazia, foi pedido para que o aluno tentasse usar a mesma intensidade de força para deslocar as duas garrafas. Após feito o deslocamento das garrafas, cada dupla falou sobre o que foi observado e qual relação suas observações tinham com a segunda lei de Newton. Após os estudantes apresentarem suas dúvidas e suas hipóteses, foi explicado a qual lei o experimento se relacionava.
Quando a garrafa estava vazia sua massa era muito pequena. Ao aplicar uma força na garrafa causamos uma aceleração maior na mesma. Já com a garrafa cheia, utilizando uma força próxima ao do primeiro caso, temos maior dificuldade para empurrá-la, e a aceleração será menor devido à massa de a garrafa ser maior, explicando assim o conceito de segunda lei de Newton, que diz que a força resultante que atua sobre um corpo é proporcional ao produto de sua massa pela aceleração.

4.3.5 Quinta parte: Após o segundo experimento foi aplicado o terceiro, cujo objetivo era demonstrar a terceira lei de Newton. Os procedimentos experimentais foram: A turma foi dividida em duplas. À cada dupla foi entregue 1 balão; 1 pedaço de barbante de um metro de comprimento; 1 pedaço de fita adesiva e 1 canudo de refrigerante. Após a entrega do material foi dada a oportunidade para alunos conversarem entre si e com o professor para que fossem sugeridas algumas ideias de como relacionar esse material com as leis de Newton. Após discussões e sugestões foi explicado aos alunos o experimento “foguete de balão”.

Montagem do experimento: 1° Passo: Grude o canudo sobre o centro do balão, com ela ainda vazio. 2° Passo: Passe uma das pontas da linha por dentro do canudo. 3° passo: Coloque o balão na extremidade correta. 4° passo: Encha o balão e solte-o. A forma do balão e a posição na qual se cola a fita sobre o balão são fatores importantes para o sucesso do experimento, então foi necessário praticar um pouco para identificar o ponto ideal de contato. O experimento consiste em observar o movimento do balão cheio quando é solto

com a entrada de ar aberta de tal modo que este movimento seja retilíneo. Os movimentos do balão e do ar ocorrem na mesma direção, porém em sentido opostos (terceira lei de Newton).

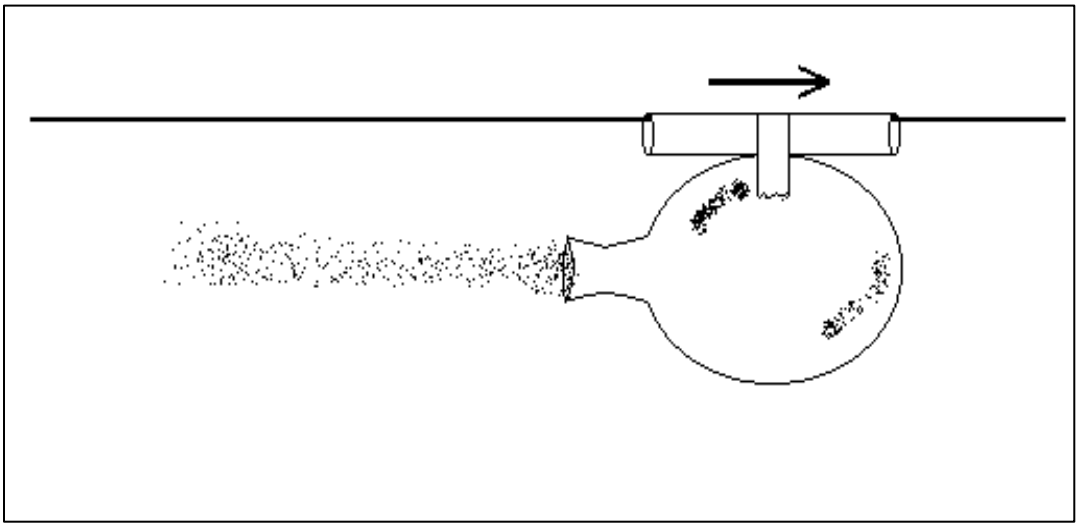


Figura 2.
Fonte: https://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/mec04.htm acessado em 14/09/2021.

4.3.6 sexta parte: aplicação de um segundo questionário contendo 6 questões, onde cinco delas eram referentes às Leis de Newton e uma (a última) procurava sondar o nível de satisfação do aluno com a estratégia. As respostas foram obtidas utilizando o Google Drive.

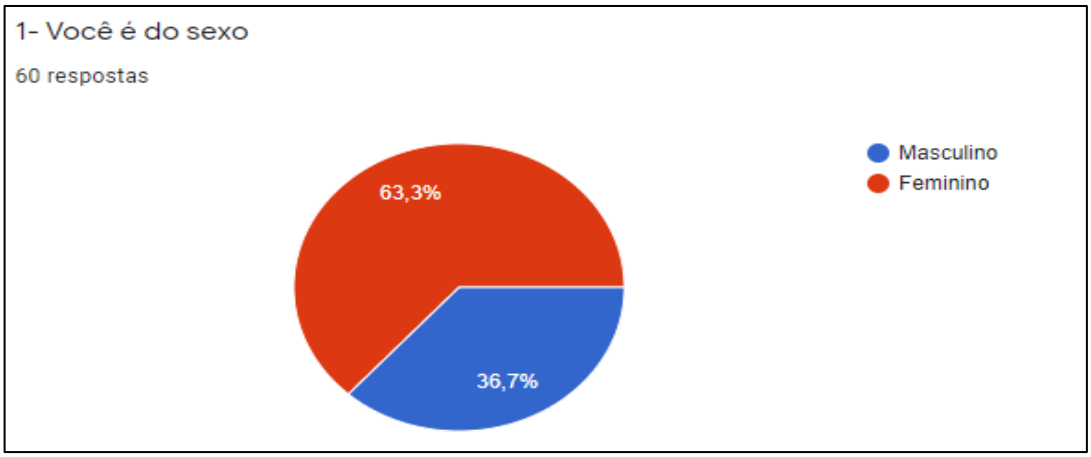
4.3.7 Sétima parte: Tratamento estatístico dos dados coletados por meio dos dois questionários aplicados, que aqui chamaremos de pré-teste e pós-teste. Através deles foi analisado o desempenho dos alunos antes de depois dos experimentos, utilizando material de baixo custo.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Respostas ao questionário 1: Aplicado antes do experimento.

Através da pesquisa foi possível estabelecer um perfil básico dos estudantes do primeiro ano do Ensino Médio. Foram 60 alunos informantes, sendo 63,3% do sexo feminino e 36,7% do sexo masculino (Gráfico 1).

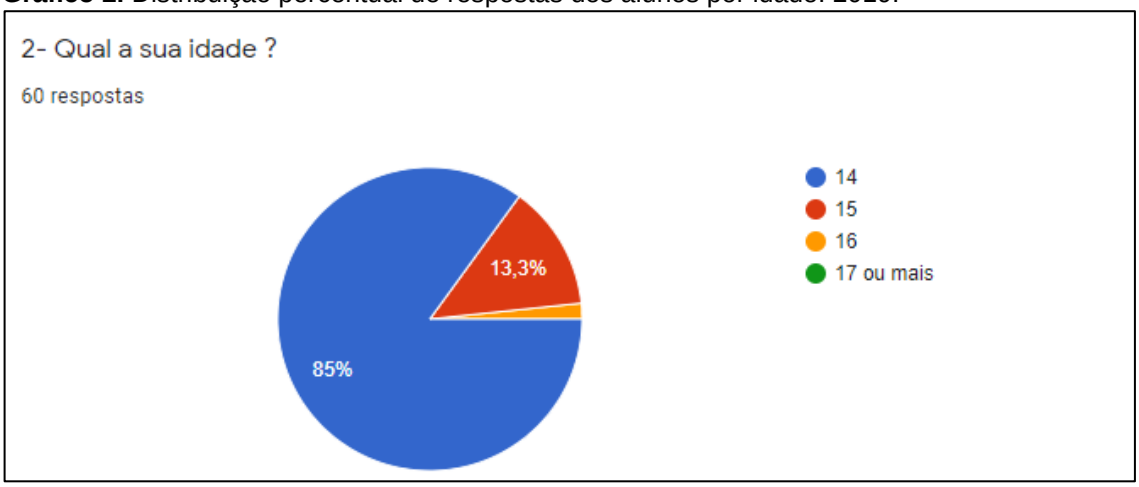
Gráfico 1. Distribuição percentual de respostas dos alunos por sexo. 2019.



Fonte: Autoria do pesquisador. 2020.

Quanto à faixa etária dos Alunos informantes se verificou que apenas 5% têm acima dos 16 anos de idade; 13,3% estão com 15 anos; 85% possui 14 anos. Assim, a maioria dos alunos se encontram na faixa etária de 14 anos, como se observa no gráfico 2.

Gráfico 2. Distribuição percentual de respostas dos alunos por idade. 2019.



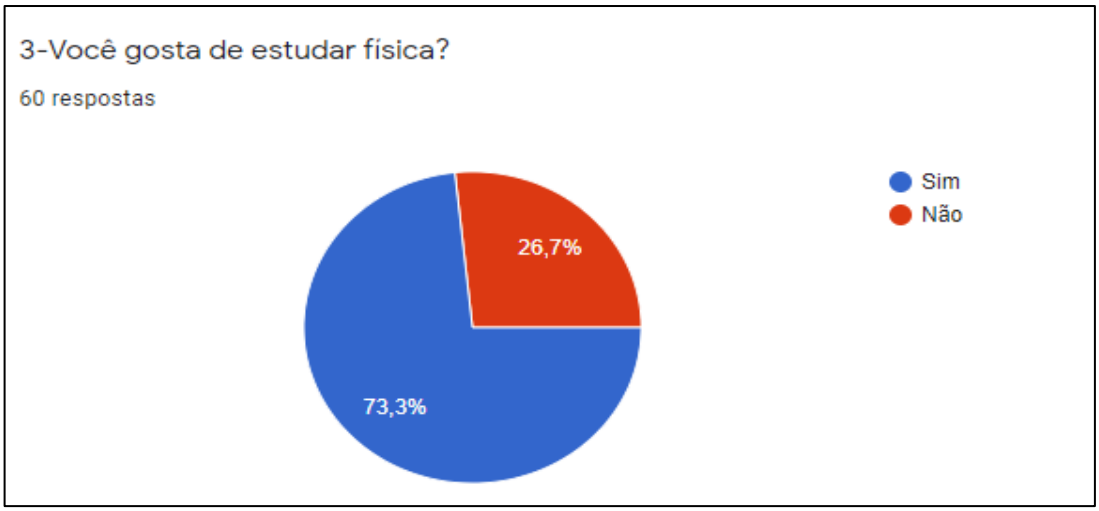
Fonte: Autoria do pesquisador. 2020

No gráfico 3 obtivemos as respostas sobre a identificação dos alunos com a disciplina: 26,7% não gostam de estudar física, já outros 73, 3% gostam.

As causas para explicar o que levam os estudantes a gostarem ou não de Física são múltiplas. Mas podemos destacar que os jovens chegam ao Ensino Médio cheio de expectativas e curiosidades e a Física é uma ciência que propõe novos horizontes nesse aspecto, o que leva os alunos a se sentirem atraídos por esta disciplina. Nesta mesma linha Bonadiman e Nonenmacher afirmam:

> Quando o jovem estudante ingressa no Ensino Médio, proveniente do Ensino Fundamental, vem estimulado pela curiosidade e imbuído de motivação na busca de novos horizontes científicos. Entre os diversos campos do saber, a expectativa é muito grande com relação ao estudo da Física. (2007, P.196)

Gráfico 3. Distribuição percentual de respostas dos alunos por afinidade com a matéria de física. 2019.



Fonte: Autoria do pesquisador. 2020

No gráfico 04, as respostas apontam algumas razões para explicar as dificuldades encontradas pelos alunos ao estudar Física. 40% disseram que lêem, mas não conseguem entender os assuntos de Física. 26,7% alegam possuir pouco conhecimento de matemática. 21,7% alegam possuir pouco tempo disponível para estudar, e, finalmente, 11,7% apontam outras dificuldades.

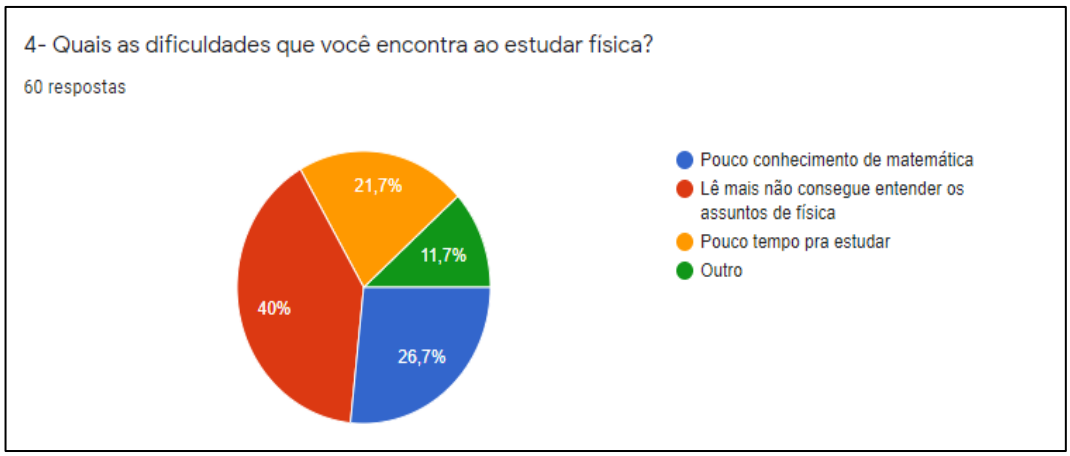
Podemos observar no gráfico anterior que os alunos têm interesse pela a Física, porém, a relação deles com a disciplina não é satisfatória. Um dos motivos são os aspectos metodológicos. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM).

> "O ensino de Física tem-se realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado." (BRASIL, 1999, p. 48).

Ou seja, não são levados em conta os conhecimentos prévios nem as correlações com os aspectos tecnológicos e sócio culturais do ambiente no

qual os alunos estão inseridos, proporcionando, dessa forma, condições para uma aprendizagem mecânica e não significativa.

Gráfico 4. Distribuição percentual de respostas dos alunos a respeito das dificuldades ao estudar física. 2019.



Fonte: Autoria do pesquisador. 2020

Como podemos observar no gráfico 05 18,3% dos alunos responderam que para melhorar o ensino de Física deve haver melhorias na didática dos professores, enquanto 11,7% dos alunos argumentam falta de domínio de conteúdo por parte dos docentes. 40% apontaram a ausência de Física experimental abordando assunto do cotidiano dos alunos. 30% assinalaram a opção “outros”.

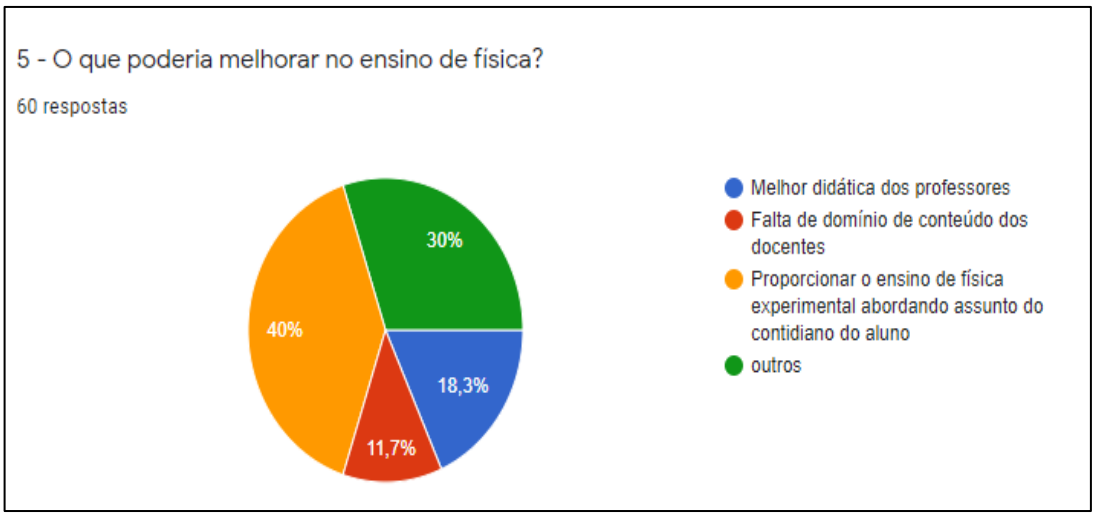
Os alunos apontaram a utilização de experimentos relacionados ao cotidiano como forma de melhorar o ensino de Física. Infere-se que o aluno encontra dificuldades na assimilação e articulação de conceitos. Nesse contexto, os experimentos podem desenvolver o senso de curiosidade do discente, e, quando relacionados ao seu cotidiano, ajudam a melhorar a contextualização do conteúdo ministrado pelo professor. Neste sentido, Grassell Gardelli (2014, P.11) Corrobora:

> Os novos significados tornam-se mais abrangentes pela interação entre os conhecimentos já existentes e novas informações introduzidas, o que desencadeia o processo de aprender significativamente, permitindo que o aluno tenha uma visão mais ampla dos fatos ou fenômenos, com a possibilidade de confirmar ou solucionar problemas com a oportunidade para uma reflexão mais profunda e crítica da realidade cotidiana.

Nesse contexto, é possível inferir que a razão pela qual o aluno optou por essa alternativa reside no fato de ele acreditar que atividades

experimentais torna mais prazeroso o processo de aprendizagem, proporcionando, dessa forma, condições de ancoragem entre novos conceitos e aqueles já incorporados à sua estrutura cognitiva.

Gráfico 5. Distribuição percentual de respostas dos alunos a respeito das dificuldades ao estudar física. 2019.

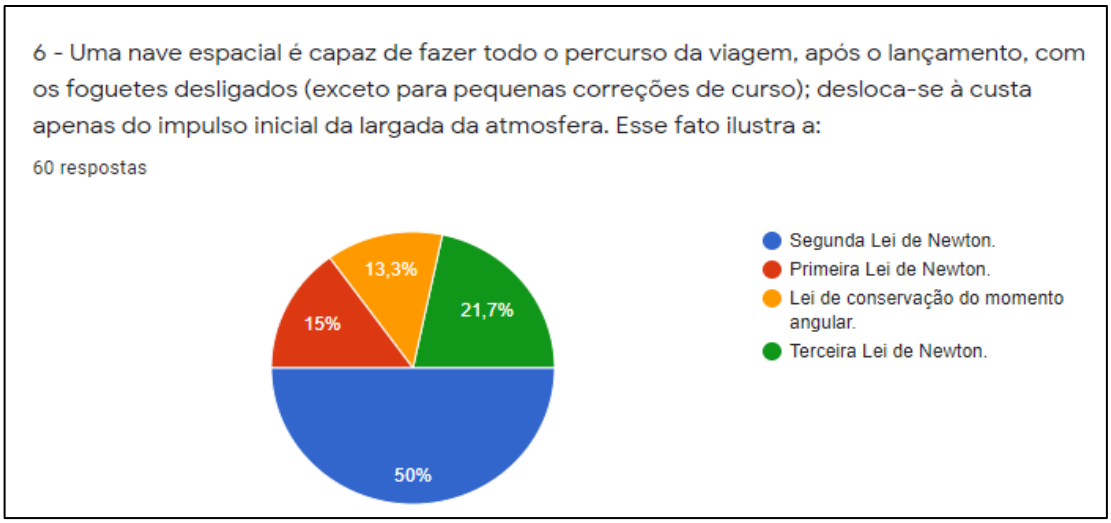


Fonte: Autoria do pesquisador. 2020.

Do gráfico 06 ao gráfico 10, são mostradas as respostas de questões específicas sobre o conteúdo referente às leis de Newton. O objetivo foi acompanhar o desempenho dos alunos. A questão do gráfico 06 teve um percentual de acertos relativamente baixo, onde apenas 15% marcaram a primeira lei de Newton (a resposta correta), enquanto 21,7% marcaram que a terceira lei de Newton. 13,3% marcaram lei de conservação do momento angular e 50% indicaram que a alternativa correta era segunda lei de Newton.

De acordo com a resposta dos alunos foi possível constatar que os mesmos não possuíam subsunçores em suficiência para uma assimilação significativa das leis de Newton, cometendo equívocos com facilidade, o que leva a crer que os conceitos articulados em sala de aula (primeira parte do minicurso) não permitiu um entendimento claro dos conceitos abordados.

Gráfico 6. Distribuição percentual de respostas dos alunos questão 6 de física. 2019.



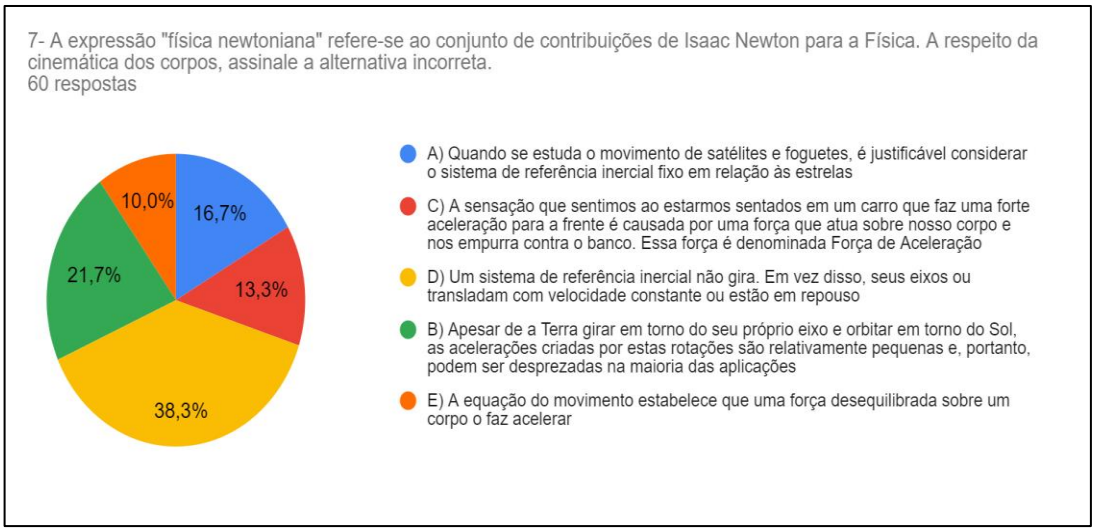
Fonte: Autoria do pesquisador. 2020.

O percentual de acertos na sétima questão, apresentados no gráfico 7, foi pequeno, onde apenas 13,3% assinalaram como incorreta a alternativa C (resposta certa). 10% afirmaram que a alternativa incorreta foi a letra E; 38,3% marcaram a letra D como incorreta; 16,7% optou pela alternativa A e 21,7% assinalaram a alternativa B.

Nessa questão houve um percentual de erros relativamente grande, o que leva a crer que os estudantes ficaram perdidos diante das alternativas. A causa pode ter sido em decorrência da questão não ter sido apresentada em um contexto numérico, ou seja , não pedir cálculos. Os alunos estão acostumados à questões cujo enunciado os levem a utilizar diretamente fórmulas, que, na maioria das vezes são assimiladas mecanicamente, ou seja, decoradas, não estimulando a interpretação nem a contextualização. Neste sentido Pina (2014, p.44) explicita que:

> Os métodos de ensino das ciências em diferentes níveis de escolaridade, estão sempre focados na memorização de conteúdo, e realização de atividades de mecanização para a aplicação de regras à resolução de problemas. Entretanto, a visão mecanicista entendia as ciências naturais como um corpo organizado de conhecimentos e regras a aprender e a aplicar, sem qualquer ligação com a realidade.

Gráfico 7. Distribuição percentual de respostas dos alunos questão 7 de física. 2019.

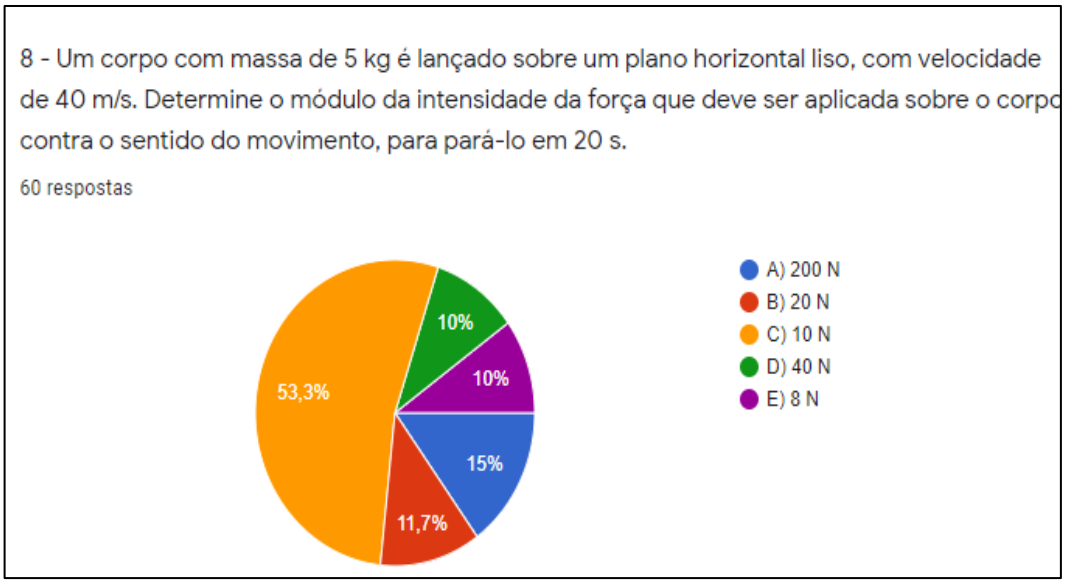


Fonte: Autoria do pesquisador. 2020.

Na questão 8, 53,3 % acertaram, marcando a alternativa C; 15% marcaram alternativa A; 10 % marcaram a letra E; 10% optaram pela alternativa D, e, finalmente, 11,7% marcaram a letra B.

Com base nas respostas da questão 8 percebe-se que os alunos tiveram dificuldade em estabelecer uma relação entre força e velocidade, não encontrando uma “fórmula pronta” para substituir os valores das grandezas apresentadas na questão. Mais uma vez infere-se que a ausência de uma maior contextualização com fatos do cotidiano do aluno, na articulação de conceitos físicos, constitui um entrave na promoção de uma aprendizagem significativa.

Gráfico 8. Distribuição percentual de respostas dos alunos questão 8 de física. 2019.

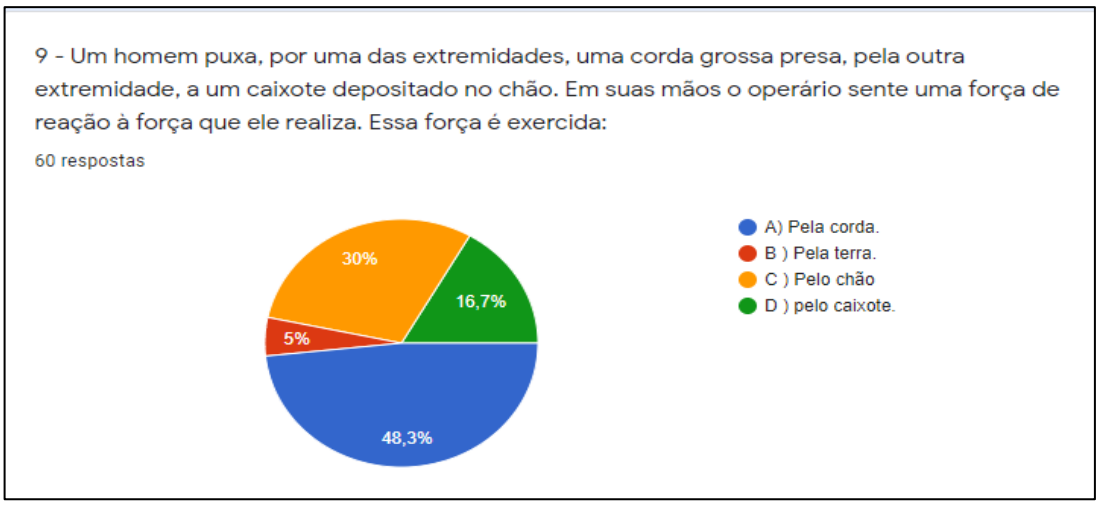


Fonte: Autoria do pesquisador. 2020.

Como é possível observar na questão 9, 48,3% dos alunos assinalaram a alternativa correta, letra A; 5% optaram pela alternativa B; 30% pela alternativa C, e, finalmente,16,7 % marcaram a alternativa D.

Considerando que mais da metade da turma não assinalou a alternativa correta, o conceito da terceira lei de Newton não se tornou significativo para a maioria dos alunos, que não entenderam que a corda e o homem estabeleciam entre si um par de forças de ação e reação.

Gráfico 9. Distribuição percentual de respostas dos alunos questão 9 de física. 2019.

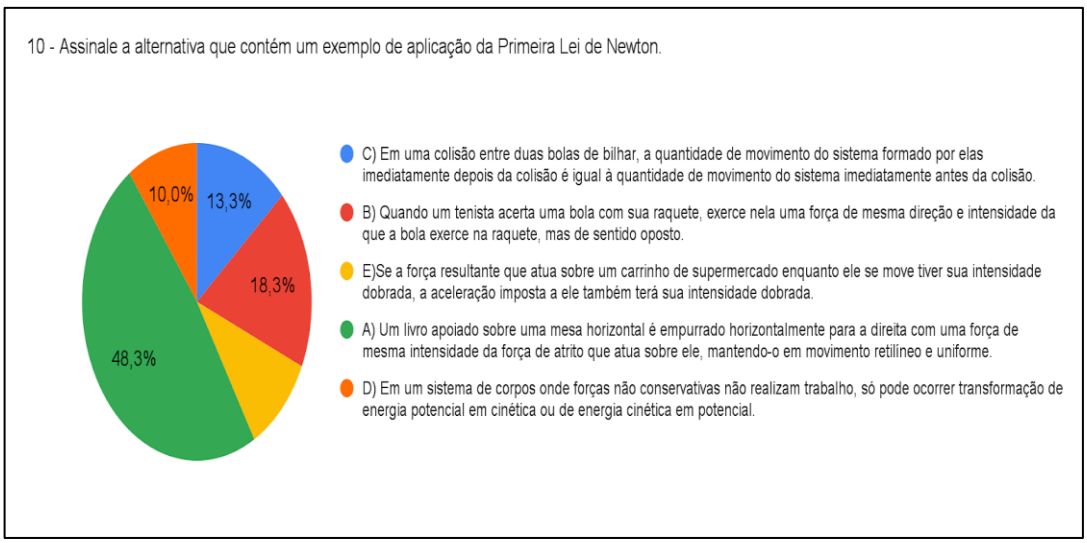


Fonte: Autoria do pesquisador. 2020.

A questão 10 envolve a primeira lei de Newton. 48,3% escolheram a alternativa A (resposta correta); 18,3% assinalaram a alternativa B; 13,3% optaram pela alternativa C; e 10% para as alternativas D e E.

O resultado apresentado aponta que os estudantes absorvem melhor o conceito da primeira lei de Newton. Porém, os erros conceituais permaneceram, indicando uma confusão entre a segunda e primeira lei de Newton, assim como ocorreu na questão 6. Mais uma vez, a ausência de uma maior contextualização com fatos do cotidiano dos alunos, na articulação desses conceitos, não possibilitou uma aprendizagem de caráter significativo.

Gráfico 10. Distribuição percentual de respostas dos alunos questão 10 de física. 2019.



Fonte: Autoria do pesquisador. 2020.

4.2. Respostas ao questionário 2: Aplicado após a execução dos experimentos.

O gráfico 11 (referente à questão 1 do questionário 2) mostra que o percentual de acertos foi de 81,7% contra 18,3% de erros. 0% para as demais alternativas. Em termos comparativos foi possível perceber que as atividades experimentais associadas a debates entre alunos e a professora fizeram a diferença. O uso de uma nova metodologia de ensino e a abordagem do conteúdo com exemplos do cotidiano do aluno, contrapõe as aulas meramente teóricas e foi capaz de despertar o interesse dos alunos. Nessa direção, infere-se que a utilização de experimentos com material de baixo custo, especificamente no experimento 1, onde foi trabalhada a primeira lei de Newton, teve um papel importante para que os estudantes pudessem

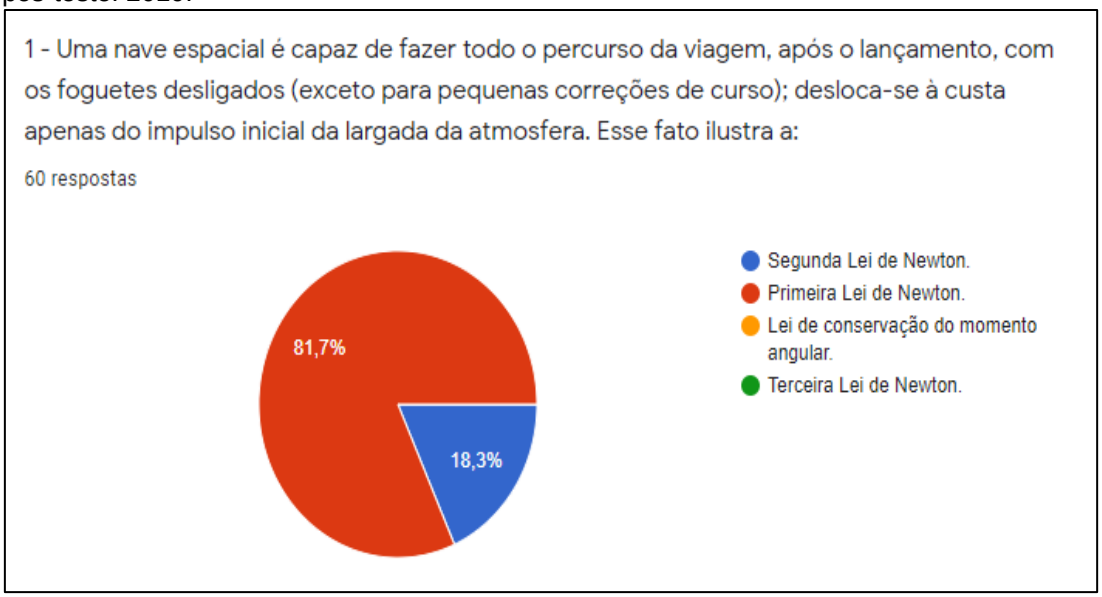
relacionar o conteúdo abordado com os fenômenos naturais vivenciados. De acordo com Grassellil e Gardelli (2014. P. 11):

> A dificuldade dos alunos nas aulas de Física está em conseguir relacionar os conteúdos da disciplina com os fenômenos naturais vivenciados. Uma forma de tornar as aulas interessantes é o uso de atividades experimentais, uma vez que, com elas, o aluno consegue analisar, explorar, planejar e criar hipóteses desenvolvendo habilidades necessárias para sua formação, como já mencionamos anteriormente.

Neste mesmo sentido Ramos (1998) complementa:

> Quando usamos materiais de baixo custo nas demonstrações de conceitos em Física, não se trata de criar montagens que finjam funcionar, mas aproveitamos as suas características físicas partindo de um ponto de vista desafiador e curioso ao aluno. Nesses momentos podemos proporcionar ao aluno o acesso ao conhecimento e até mesmo dar subsídios para o seu desenvolvimento cognitivo. Não se trata de obrigar o aluno a aprender, mesmo porque isto não é possível, mas de "catalisar" este processo, mostrando que ele é capaz de aprender ao mesmo tempo em que tem contato com diversas possibilidades de conhecimento. Trata-se, portanto, de desvelar ao aluno e ao próprio professor; que há uma perspectiva associada à aprendizagem (Ramos, 1998, P. 53).

Gráfico 11. Distribuição percentual de respostas dos alunos questão 1 de física do pós-teste. 2019.



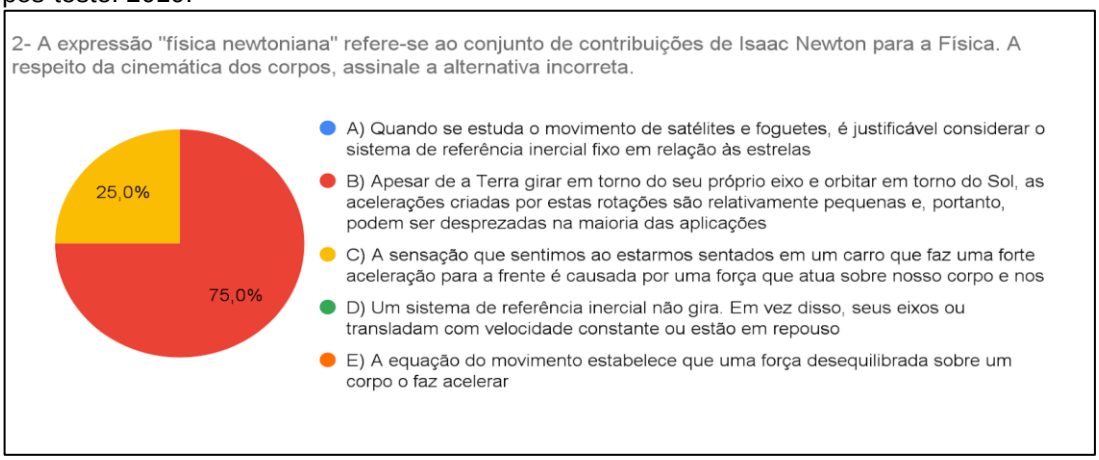
Fonte: Autoria do pesquisador. 2020.

No gráfico 12, (referente à questão 2 do questionário 2) foi observado um percentual de erros de 25% contra 75% de acertos. Os estudantes optaram por assinalar apenas duas alternativas, apontando que os conceitos sobre as leis de Newton se tornaram mais claros. Nesse contexto, foi observado que, quando a estratégia da utilização de experimentos com materiais de baixo

custo foi adotada - especificamente nos experimentos 1 e 2, onde foram discutidas à primeira e segunda lei de Newton - articuladas à fatos do cotidiano dos alunos e usando material de fácil acesso, a turma teve a oportunidade de associar e ressignificar os seus conhecimentos prévios, permitindo a ancoragem de novos conceitos. Masini & Moreira complementa:

> Estas ideias iniciais trazidas pelo aluno, para a sala de aula, podem ser decisivas durante a aprendizagem. Se os conceitos a serem aprendidos forem ligados, incorporados ou relacionados (isto quer dizer assimilação) com o conhecimento já existente, estes conhecimentos vão adquirir significados, tanto o conhecimento já existente como o conhecimento a ser assimilado. O novo passa a ter significados para o indivíduo e o prévio adquire novos significados, fica mais diferenciado, elaborado (Masini & Moreira, 2008, p.16).

Gráfico 12. Distribuição percentual de respostas dos alunos questão 2 de física do pós-teste. 2019.



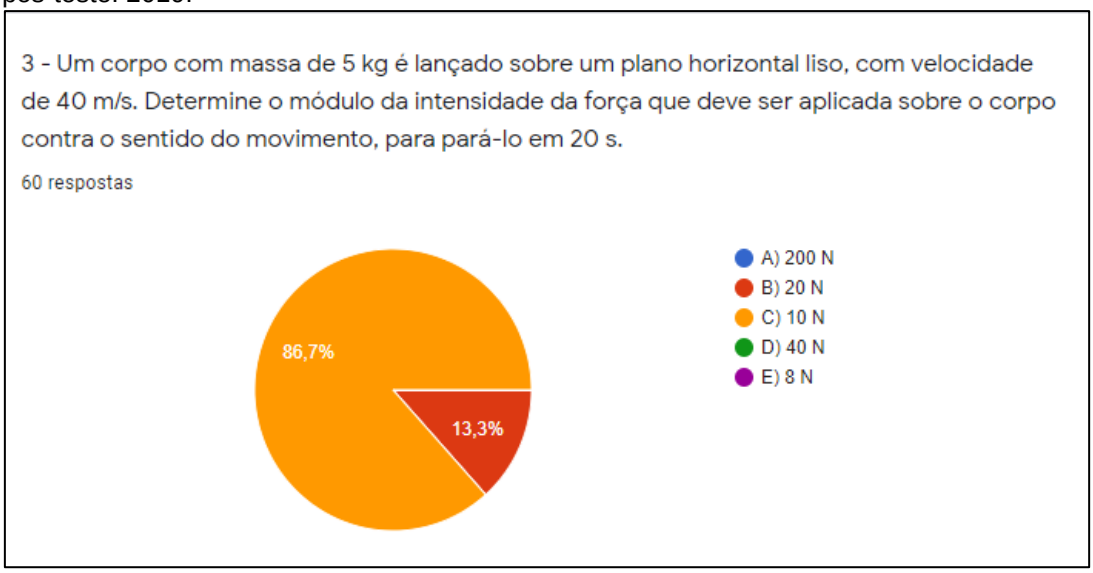
Fonte: Autoria do pesquisador. 2020.

No gráfico 13 (referente à questão 03 do questionário 2) há uma pequena porcentagem de respostas atribuídas à alternativa errada "b" (13,3%), enquanto 86,7% escolheram a alternativa correta “c”. As demais alternativas tiveram um percentual de 0%.

Nesta questão os alunos não apresentaram confusão entre os conceitos de velocidade e força como foi visto no gráfico 8. A atividade experimental – especificamente no experimento 2, em que foi trabalhada a segunda lei de Newton pode ter favorecido para um melhor desempenho da turma, o que evidencia a necessidade de realização de atividades práticas no ensino de Física. Durante o experimento os conceitos foram trabalhados de forma simples e descontraída, mantendo um diálogo entre professor e estudante,

buscando sempre relacionar o conteúdo abordado com o cotidiano do educando o que também contribui para que esse resultado fosse alcançado.

Gráfico 13. Distribuição percentual de respostas dos alunos questão 3 de física do pós-teste. 2019.

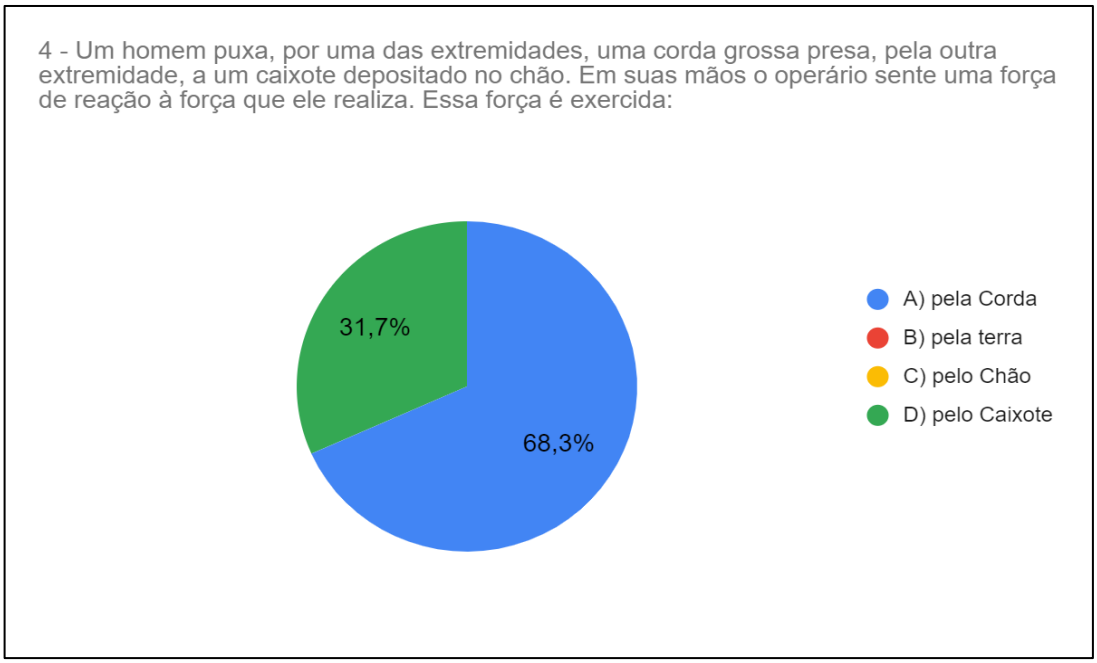


Fonte: Autoria do pesquisador. 2020.

Na questão 14 foi percebido um percentual considerável de respostas atribuídas à alternativa errada "a" (31,7%), enquanto 68,3% optaram pela alternativa correta “d”. As demais alternativas obtiveram um percentual de 0%, como observamos no gráfico 14.

A questão do gráfico 14 é a mesma questão apresentada no gráfico 9. Neste gráfico, os resultados mostram que os alunos melhoraram as suas habilidades quanto à aplicação das leis de Newton, principalmente quando não estão explícitas. Com a aplicação da oficina, os conceitos de força que já existiam na estrutura cognitiva do aluno serviram de subsunçores para novas informações referentes à aplicação em outros contextos.

Gráfico 14. Distribuição percentual de respostas dos alunos questão 4 de física do pós-teste. 2019.



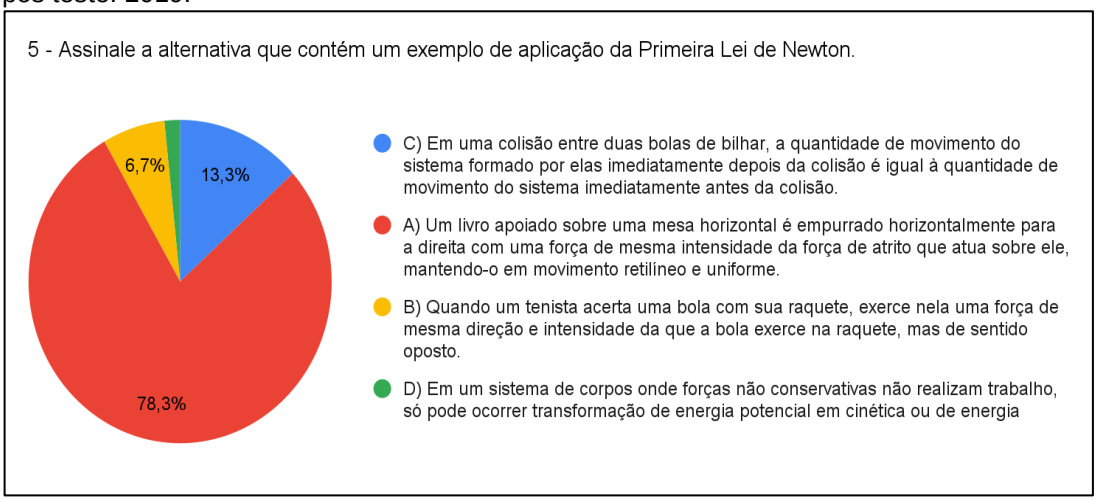
Fonte: Autoria do pesquisador. 2020.

Referente à aplicação da primeira lei de Newton houve 78,3% de respostas corretas, alternativa “a”, enquanto 13,3% escolheram a alternativa “c”. 6,7% optaram por a alternativa “b” enquanto 1,7% marcaram a alternativa “d”, como observado no gráfico 15.

É importante lembrar que o gráfico 10, do pré-teste, aborda a mesma questão. Comparando os resultados dos dois gráficos (pré e pós teste), é fácil perceber que os alunos não tinham uma formulação conceitual significativa das leis de Newton, mas depois da aplicação da oficina eles passaram a não cometer mais equívocos diante da questão, o que aponta para uma aprendizagem de caráter significativo sobre o tema abordado. Uma das possíveis causas destes resultados pode ser atribuída ao enfoque dado ao uso de material de baixo custo associado aos conhecimentos prévios já existentes e na maneira como as aulas foram ministradas. Quando usamos essa forma de abordagem (MOREIRA, 1988, p.5) destaca:

> Há uma interação “entre o novo conhecimento e o já existente, na qual ambos se modificam. À medida que o conhecimento prévio serve de base para a atribuição de significados à nova informação, ele também se modifica, adquirindo novos significados, se tornando mais diferenciados, mais estáveis” (MOREIRA, 1988, p.5).

Gráfico 15. Distribuição percentual de respostas dos alunos questão 5 de física do pós teste. 2019.



Fonte: Autoria do pesquisador. 2020.

Referente à experiência dos alunos com uso dessa nova metodologia, utilizando material de baixo custo, 46,7% afirmaram que foi uma experiência ótima, enquanto 41,7% consideraram a experiência boa, no entanto 11,7% consideraram a experiência regular, consideraram ruim e péssima, 0%.

Como no pré-teste, os estudantes propuseram o uso de material de baixo custo como proposta de melhorar o ensino de Física. As respostas às questões, mostradas no gráfico 16, serviu para mensurar o grau de satisfação dos mesmos. Com base nos dados obtidos é possível concluir que os alunos consideraram a experiência como satisfatória, o que nos faz acreditar que as expectativas dos estudantes foram atendidas.

Gráfico 16. Distribuição percentual de respostas dos alunos questão 6 de física do pós teste. 2019.



Fonte: Autoria do pesquisador. 2020.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível observar, ao confrontar os resultados dos questionários antes e depois da aplicação da atividade experimental envolvendo material de baixo custo, que os alunos participantes da pesquisa obtiveram uma sensível melhora na articulação dos conceitos referentes às leis de Newton. Foi também possível constatar o aumento da satisfação em conhecer e aprender mais sobre a disciplina, utilizando materiais encontrados no dia-a-dia. Entretanto, a aula expositiva antes da atividade prática foi de grande importância para identificar os subsunçores e os organizadores prévios que deveriam ser trabalhados com o propósito de ressignificar esses subsunçores. Dessa forma, o mini-curso possibilitou aos alunos um estímulo para conceber a Física como algo presente em seu dia a dia e não um conjunto de leis e fórmulas sem sentido. Assim, atividades práticas utilizando materiais de baixo custo e de fácil acesso, mediante planejamento docente, pode ser parte integrante de um material que promova a aprendizagem significativa, pois foi possível criar um ambiente onde a teoria e prática articularam-se de uma forma prazerosa e motivadora, aproveitando os conhecimentos prévios dos alunos, utilizando recursos experimentais de fácil montagem e execução. Espera-se que novos trabalhos sejam desenvolvidos, explorando outros conteúdos da Física.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, Mauro S. T.; ABIB, Maria Lúcia V. S.. **Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 25, n.2, p 176, jun, 2003.

AUSUBEL, D. P. **Algunos aspectos psicológicos de La estrutuctura Del conocimiento**. Buenos Aires: El Ateneo, 1973.

BIZZO, Nélio. **Ciências: fácil ou difícil**. São Paulo: Ática, 2002. P. 74-75.

Helio ; NONENMACHER, Sandra Elisabet B . **O Gostar e o Aprender no Ensino de Física: uma proposta metodológica.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física , v. 24, p. 194-223, 2007.

FERREIRA, NORBERTO CARDOSO. **"Proposta de Laboratório para a Escola Brasileira - Um Ensaio sobre a Instrumentalização no Ensino Médo de Física".** Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências. USP. IFUSP. São Paulo. 1978

Gil, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. - 6. ed. - São Paulo : Atlas, 2008...

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: a teoria d Ausubel – São Paulo: Centauro.2001...

RAMOS, E.M. DE F.. **"Brinquedos e Jogos no Ensino de Física".** Dissertação de Mestrado. USP. Instituto de Física e Faculdade de Educação. São Paulo. 1990.

SERÉ, Marie-Geneviève; COELHO, Suzana Maria; NUNES, Antônio Dias. **O Papel da Experimentação no Ensino de Física. In: Caderno Brasileiro de Ensino de Física.** Florianópolis/BRA. v. 20, n.1, p.31-42, 2003..

WISNIEWSKI, G.. **Utilização de Materiais de Baixo Custo no Ensino de Química Conjugados aos Recursos Locais. 1990.** Disponíveis. Dissertação de Mestrado. .

MOREIRA, M. A. Teorias da Aprendizagem. São Paulo: EPU, 1999.

MEC. Parâmetms Curriczllams pam o Ensino Médio, Parte 2, 1999.

BRASIL. MEC. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. PCN+. Brasília: MEC/SEMTEC, 2000.

AUSUBEL, David P. Psicología educativa: um punto de vista cognoscitivo. México Editorial Trillas, 1976. Traducción al español de Roberto Helier D., de la primera edición de Educational psychology: a cognitive view.

AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D. e HANESIAN, H. Psicologia educacional. Rio de Janeiro,Interamericana, 1980. Tradução para português, de Eva Nick et.al., da segunda edição de Educational psychology: a cognitive view.

PINHO ALVES, J. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 17, n. 2, p. 174-188, ag. 2000.

ALVES FILHO, José de Pinho. Atividades experimentais: do método à prática Construtivista. 2000. 302 f. Tese: (Doutorado em educação: Ciências Naturais) - Programa de pós graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina. 2000a.

BRODIN, G. The role of the laboratory in the education of industrial physicists and electricalengineers. [S.I.:s.n.] 1978

1973.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa Crítica. Versão revisada e estendida de Conferência proferida no III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa**, 2010. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/~moreira/ Acessado em 05/03/2020

PENA, F. L. A. **Qual a influência dos PCNEM sobre o uso da abordagem histórica nas aulas de física?** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 4: p. 517-518. 2007. <Disponível em: http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/070408.pdf > Acesso em 12/06/2021.

SOUZA,Ines Morais de. **Experimentos de Física utilizando materiais de baixo custo e fácil acesso** Disponível em:

http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/ portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_uel_fis_pdp_ines_morais_de_souza.pdf. Acesso em: 28 de Maio de 2020..

BRASIL. Ministério da Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Brasília: MEC, 1998.

MEC. Parâmetms Curriczllams pam o Ensino Médio, Parte 2, 1999.

BRASIL - MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC). Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências: Terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental. Brasília: Secretaria de Educação Fundamental, 1998. 139p.

PINA, ONILTON CÉZAR . Contribuições dos espaços não formais para o ensino e aprendizagem de ciências de crianças. Com síndrome de down. Goiânia 2014.universidade federal de goiás mestrado em educação em ciências e matemática. 92 p.

GRASSELLI, Erasmo Carlos; GARDELLI, Daniel. Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE artigos. Curitiba: Secretaria de Educação do Estado do Paraná, 2014. Disponível: 86 . Acesso em: 22 jun. 2021.

ANEXOS

Anxo I- Plano de aula I

I – INDENTIFICAÇAO

1.1 Instituição de ensino: CENTRO DE ENSINO MEDIO TIRADENTES

1.2 Disciplina: Física

1.3 Professor (a): Luana Alves Patrício

1.4 Nível de ensino: 1° serie do ensino Médio

1.5 Duração da aula: 1 hora

II- OBJTETIVOS

2.1- Objetivos Gerais

- Avaliar os conhecimentos prévios dos alunos da 1°serie sobre as leis de Newton.

2.2- Objetivos Específicos

- Trabalha os conhecimentos prévios dos alunos.
- Mostrar a Física quanto Ciência que estuda os fenômenos que ocorrem na natureza.
- Fazer uma breve revisão do conteúdo para aplicação do mini curso.
- Analisar o nível de conhecimento dos alunos, com o pré-teste.

III- CONTEUDO

- Leis de Newton

IV – PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS

Esta aula terá como intuito identificar os conhecimentos prévios de cada aluno sobre conceitos relacionados às Leis de Newton. O conteúdo será trabalhado de forma sucinta, prezando a participação dos alunos, pois aula

também servira com base de preparação dos alunos para o mini curso que será ofertado. Devido o professor da disciplina de Física já ter trabalhado o conteúdo em questão a aula ira servir para tirar duvida, e levar exemplos conceituais presentes no cotidiano dos alunos. Será solicitado que os alunos expressassem os seus conhecimentos atuais sobre Isaac Newton e estas leis, na forma oral, com base nas informações adquiridas. Na sequência, os alunos serão convidados a responderem questões relacionadas ao seu entendimento sobre os conceitos de força, repouso e movimento, bem como a possibilidade deles conseguirem visualizar as Leis de Newton no seu dia a dia.

Apos finalizar a aula será aplicado um questionário com objetivo de coletar dados para analisar o nível de conhecimento dos alunos.

V- RECURSOS DIDATICOS

- Lousa
- Pincel
- Livro
- Folha A4
- Apagador
- Caneta esferográfica
- Pre- teste

VI- AVALIAÇAO

- A avaliação será realizada de forma contínua e processual, por meio da participação e interação entre os alunos e alunos e professora durante as discussões realizadas acerca dos fenômenos e conteúdo abordado.

VII- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- GASPAR, Alberto. *Compreendendo a física. 2* ed. São Paulo: Ática,2014.

Anexo II- Formulario do Pre Teste

O USO DE MATERIAIS DE BAIXO CUSTO EM EXPERIMENTOS DE FÍSICA.

Prezados alunos, o questionário a seguir é composto por 10 perguntas que compõe o pré- teste, tendo por objetivo analisar as suas percepções diante do (descrever o que vc espera neste)

1- Você é do sexo
( ) Masculino
( )Feminino

2- Qual a sua idade?
( ) 14
( ) 15
( ) 16
( ) ou mais

3-Você gosta de estudar física?
( ) Sim
( ) Nao

4- Quais as dificuldades que você encontra ao estudar física?
( ) Pouco conhecimento de matemática
( ) Lê mais não consegue entender os assuntos de física Pouco tempo pra estudar
( ) Outro

5 - O que poderia melhorar no ensino de física?
( ) Melhor didática dos professores
( ) Falta de domínio de conteúdo dos docentes
( ) Proporcionar o ensino de física experimental abordando assunto do contidiano do aluno
( ) outro

6 - Uma nave espacial é capaz de fazer todo o percurso da viagem, após o lançamento, com os foguetes desligados (exceto para pequenas correções de curso); desloca-se à custa apenas do impulso inicial da largada da atmosfera. Esse fato ilustra a:



( ) Segunda Lei de Newton.
( ) Primeira Lei de Newton.
( ) Lei de conservação do momento angular
( ) Terceira Lei de Newton

7- A expressão "física newtoniana" refere-se ao conjunto de contribuições de Isaac Newton para a Física. A respeito da cinemática dos corpos, assinale a alternativa incorreta.

( ) A) Quando se estuda o movimento de satélites e foguetes, é justificável considerar o sistema dereferência inercial fixo em relação às estrelas

( ) B) Apesar de a Terra girar em torno do seu próprio eixo e orbitar em torno do Sol, asacelerações criadas por estas rotações são relativamente pequenas e, portanto, podem ser desprezadas na maioria das aplicações

( ) C) A sensação que sentimos ao estarmos sentados em um carro que faz uma forte aceleração para a frente é causada por uma força que atua sobre nosso corpo e nos empurra contra o banco. Essa força é denominada Força de Aceleração

( ) D) Um sistema de referência inercial não gira. Em vez disso, seus eixos ou transladam com velocidade constante ou estão em repouso

( ) E) A equação do movimento estabelece

8 - Um corpo com massa de 5 kg é lançado sobre um plano horizontal liso, com velocidade de 40 m/s.

Determine o módulo da intensidade da força que deve ser aplicada sobre o corpo contra o sentido domovimento, para pará-lo em 20 s. *

( ) A) 200 N
( ) B) 20 N
( ) C) 10 N
( ) D) 40 N
( ) E) 8 N

9- Um homem puxa, por uma das extremidades, uma corda grossa presa, pela outra extremidade, a um caixote depositado no chão. Em suas

mãos o operário sente uma força de reação à força que ele realiza. Essa força é exercida:

( ) A)corda.
( ) B) Pela terra.
( ) C) Pelo chão
( ) D) pelo caixote.

10 - Assinale a alternativa que contém um exemplo de aplicação da Primeira Lei de Newton. *

( ) A) Um livro apoiado sobre uma mesa horizontal é empurrado horizontalmente para a direita com uma força de mesma intensidade da força de atrito que atua sobre ele, mantendo-o em movimento retilíneo e uniforme.

( ) B) Quando um tenista acerta uma bola com sua raquete, exerce nela uma força de mesma direção e intensidade da que a bola exerce na raquete, mas de sentido oposto.

( ) C) Em uma colisão entre duas bolas de bilhar, a quantidade de movimento do sistema formado por elas imediatamente depois da colisão é igual à quantidade de movimento do sistema imediatamente antes da colisão.

( ) D) Em um sistema de corpos onde forças não conservativas não realizam trabalho, só pode ocorrer transformação de energia potencial em cinética ou de energia cinética em potencial.

( ) E) Se a força resultante que atua sobre um carrinho de supermercado enquanto ele se move tiver sua intensidade dobrada, a aceleração imposta a ele também terá sua intensidade dobrada.

Anexo II- Plano de aula da Oficina

I – INDENTIFICAÇAO

1.6 Instituição de ensino: CENTRO DE ENSINO MEDIO TIRADENTES

1.7 Disciplina: Física

1.8 Professor (a): Luana Alves Patrício

1.9 Nível de ensino: 1° serie do ensino Médio

1.10 Duração da aula: 3 horas

II- OBJTETIVOS

2.1- Objetivos Gerais

- Possibilitar o processo de ensino-aprendizagem das leis de Newton

atrasves do uso de experimentos com material de baixo custo

- Utilizar materiais de baixo custo como parte integrante de um material que promova a aprendizagem significativa a ser desenvolvido por alunos e professores no processo de ensino e de aprendizagem de Física no Ensino Médio

2.2- Objetivos Específicos

- Trabalha os conhecimentos prévios dos alunos
- Mostrar a Física quanta Ciência que estuda os fenômenos que ocorrem na natureza.
- Estimular o espírito científico dos alunos.
- Relacionar os conteúdos da referida disciplina com fatos que ocorrem na vida cotidiana das pessoas e principalmente na vida dos alunos (na escola, em casa ou dentro de sala de aula).
- Compreender de forma mais eficaz os conceitos e princípios básicos da disciplina através da montagem de experimentos didáticos de baixo custo.
- Analisar o nível de conhecimento dos alunos, com o pré-teste.

III- CONTEUDO

- Leis de Newton

IV – PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS

O propósito foi fixar o conteúdo ministrado na aula anterior, como nova metodologia será usado experimentos com material de baixo custo, a proposta e que o uso destes materiais promova a aprendizagem significativa a ser desenvolvido por alunos e professores no processo de ensino e de aprendizagem de Física. No decorrer da oficina será aplicado três experimentos, ou seja, uma cada lei de newton.

1° Primeiro experiemento: O primeiro tera como objetivo demonstrar a primeira lei de Newton. A turma sera divida em duplas, e sera entregue a

cada dupla uma garrafa pet sem tampa, lápis e um aro de plástico. Nesta atividade experimental, o objetivo e mostrar como colocar um lápis dentro de uma garrafa pet usando a Primeira Lei de Newton. Assim sera dado um tempo para os alunos pensar e relacionar a segunda lei de Newton com oque foi pedido, apos sugestoes e os estudantes apresentarem suas hipoteses foram entregue Apos sugestoes dos alunos serem ouvidas e discutidas sera explicado e demostrado pelo o professor como se deve montar o experimento.

A montagem do experimento consiste em: Coloque a garrafa sem tampa sobre uma mesa. Na boca da garrafa, coloque um aro de plástico e, apoiado sobre o aro, coloque um lápis ou um giz inteiro. Com uma régua, ou outro lápis, bata no aro no ponto indicado, fazendo com que ele saia de debaixo do lápis rapidamente. O lápis cairá dentro da garrafa. Nesse experimento, a única força atuante é o peso do lápis. Quando você bate no aro, na posição indicada, ele se deforma, saindo de debaixo do lápis sem fazer força sobre ele.

2° Segundo experimento: Com a mesma garrafa do primeiro experimento sera feito o segundo, demonstrando a segunda lei de Newton. O experimento sera simples, sera utilizada uma garrafa pet com agua e tampada e uma garrafa pet vazia. A turma ira permanecer divida em duplas como no primeiro experimento e cada dupla recebera duas garrafas. Cada garrafa sera posicionada em cima de uma mesa onde o aluno vai usar uma força para desloca-la, começando pela a garrafa vazia, sera pedido para que o aluno tentasse usar a mesma intensidade de força para deslocar as duas garrafas.

Apos feito o deslocamento das garrafas cada dupla falara sobre oque foi observado e qual relação suas observações tinha com a lei de Newton. Apos os estudantes apresentarem suas duvidas e suas hipóteses sera explicadas pelo o a qual lei o experimento se relaciona e por que.

3° Terceiro experimento: Ao findar o segundo experimentos será aplicado o terceiro, onde seu principal objetivo e demonstrar a terceira lei de Newton. A turma continuara dividida em duplas, a cada dupla será entregue 1 balão, 1 pedaço de barbante de um metro, 1 pedaço de fita adesiva, 1 canudo de refrigerante. Após a entrega do material será dada a oportunidade para

alunos conversarem entre si e com o professor para que sejam sugeridas algumas ideias de como relacionar esse material com as leis de Newton. Apos muitas discursões e sugestões será explicado aos alunos o experimento “foguete de balão”. Montagem do experimento: 1° Passo: Grude o canudo sobre o centro do balão, com ela ainda vazio. 2° Passo: Passe uma das pontas da linha por dentro do canudo. 3° passo: Coloque o balão na extremidade correta. 4° passo: Encha o balão e solte-o. A forma do balão e a posição na qual se cola a fita sobre o balão são fatores importantes para o sucesso do experimento então será importante praticar um pouco para que se identifique o ponto ideal de contato.

O experimento ira consiste de aproveitar o movimento do balão cheio quando é solto com a entrada de ar aberta de tal modo que este movimento seja retilíneo. A ideia e aproveitar a compensação de quantidades de movimentos que ocorre no experimento e assim mostrar que num sistema que inicialmente não existe movimento nenhum e então quando duas partes diferentes do sistema começam a se movimentar, existe uma compensação: os movimentos ocorrem na mesma direção, porem em sentido opostos (terceira lei de Newton).

Apos finalizar a aula será aplicado um questionário com objetivo de coletar

garrafa pet vazia. A turma ira permanecer divida em duplas como no primeiro experimento e cada dupla recebera duas garrafas. Cada garrafa sera posicionada em cima de uma mesa onde o aluno vai usar uma força para desloca-la, começando pela a garrafa vazia, sera pedido para que o aluno tentasse usar a mesma intensidade de força para deslocar as duas garrafas.

Apos feito o deslocamento das garrafas cada dupla falara sobre oque foi observado e qual relação suas observações tinha com a lei de Newton. Apos os estudantes apresentarem suas duvidas e suas hipóteses sera explicadas pelo o a qual lei o experimento se relaciona e por que.

3° Terceiro experimento: Ao findar o segundo experimentos será aplicado o terceiro, onde seu principal objetivo e demonstrar a terceira lei de Newton. A turma continuara dividida em duplas, a cada dupla será entregue 1 balão, 1 pedaço de barbante de um metro, 1 pedaço de fita adesiva, 1 canudo de

refrigerante. Após a entrega do material será dada a oportunidade para alunos conversarem entre si e com o professor para que sejam sugeridas algumas ideias de como relacionar esse material com as leis de Newton. Apos muitas discursões e sugestões será explicado aos alunos o experimento “foguete de balão”. Montagem do experimento: 1° Passo: Grude o canudo sobre o centro do balão, com ela ainda vazio. 2° Passo: Passe uma das pontas da linha por dentro do canudo. 3° passo: Coloque o balão na extremidade correta. 4° passo: Encha o balão e solte-o. A forma do balão e a posição na qual se cola a fita sobre o balão são fatores importantes para o sucesso do experimento então será importante praticar um pouco para que se identifique o ponto ideal de contato.

O experimento consiste de aproveitar o movimento do balão cheio quando é solto com a entrada de ar aberta de tal modo que este movimento seja retilíneo. A ideia e aproveitar a compensação de quantidades de movimentos que ocorre no experimento e assim mostrar que num sistema que inicialmente não existe movimento nenhum e então quando duas partes diferentes do sistema começam a se movimentar, existe uma compensação: os movimentos ocorrem na mesma direção, porem em sentido opostos (terceira lei de Newton).

Apos finalizar a aula será aplicado um questionário com objetivo de coletar dados para fins de estudo.

V- RECURSOS DIDATICOS

- Lousa
- Pincel
- Livro
- Folha A4
- Apagador
- Caneta esferográfica
- Balao
- Garrafa pet
- Aro feito de garrafa pet
- Pre- teste
- Lapis
- Agua
- Fita adesiva
- Canudo de refrigerante
- Barbante
- Pos-teste

VI- AVALIAÇAO

- A avaliação será realizada de forma contínua e processual, por meio da participação e interação entre os alunos e alunos e professora durante as discussões realizadas acerca dos fenômenos e conteúdo abordado

VII- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- GASPAR, Alberto. *Compreendendo a física. 2* ed. São Paulo: Ática,2014.

- VALADARES,Eduardo. **Fisica mais que divertida** : *Eventos Eletrizantes Baseados em Materiais Reciclados e de Baixo Custo*. Editora UFMG, 3° ED. 2012

Anexo IV- Formulario do Pos Teste

O USO DE MATERIAIS DE BAIXO CUSTO EM EXPERIMENTOS DE FÍSICA

Instruções: Prezados alunos, o questionário a seguir é composto por 5 perguntas que compõe o pós- teste, tendo por objetivo analisar as suas percepções diante do (descrever o que vc espera neste) Atenciosamente, Luana Alves Patricio.

1 - Uma nave espacial é capaz de fazer todo o percurso da viagem, após o lançamento, com os foguetes desligados (exceto para pequenas correções de curso); desloca-se à custa apenas do impulso inicial da largada da atmosfera. Esse fato ilustra a:



( ) Segunda Lei de Newton.
( ) Primeira Lei de Newton.

( ) Lei de conservação do momento angular
( ) Terceira Lei de Newton

2- A expressão "física newtoniana" refere-se ao conjunto de contribuições de Isaac Newton para a Física. A respeito da cinemática dos corpos, assinale a alternativa incorreta.

( ) A) Quando se estuda o movimento de satélites e foguetes, é justificável considerar o sistema de referência inercial fixo em relação às estrelas.

( ) B) Apesar da terra girar em seu proprio eixo e orbitar em torno do Sol, as acelerações criadas por estas rotações são relativamente pequenas e, portanto, podem ser desprezadas na maioria das aplicações

( ) C) A sensaçao que que sentimos ao estarmos sentados em um carro que faz uma forte aceleração para a frente é causada por uma força que atua sobre nosso corpo e nos empurra contra o banco. Essa força é denominada Força de Aceleração

( ) D) Um sistema de referência inercial não gira. Em vez disso, seus eixos ou transladam com velocidade constante ou estão em repouso.

( ) E) A equaçao do movimento estabelece que uma força desequilibrada sobre um corpo o faz acelerar

3 - Um corpo com massa de 5 kg é lançado sobre um plano horizontal liso, com velocidade de 40 m/s. Determine o módulo da intensidade da força que deve ser aplicada sobre o corpo contra o sentido do movimento, para pará-lo em 20 s.

( ) A) 200 N
( ) B) 20 N
( ) C) 10 N
( ) D) 40 N
( ) E) 8 N

4 - Um homem puxa, por uma das extremidades, uma corda grossa presa, pela outra extremidade, a um caixote depositado no chão. Em suas mãos o operário sente uma força de reação à força que ele realiza. Essa força é exercida:

( ) A) Pela corda.
( ) B) Pela terra.
( ) C) Pelo chão
( ) D) pelo caixote.

5 - Assinale a alternativa que contém um exemplo de aplicação da Primeira Lei de Newton.

( ) B) Um livro apoiado sobre uma mesa horizontal é empurrado horizontalmente para a direita com uma força de mesma intensidade da força de atrito que atua sobre ele, mantendo-o em movimento retilíneo e uniforme.

( ) C) Quando um tenista acerta uma bola com sua raquete, exerce nela uma força de mesma direção e intensidade da que a bola exerce na raquete, mas de sentido oposto.

( ) D) Em uma colisão entre duas bolas de bilhar, a quantidade de movimento do sistema formado por elas imediatamente depois da colisão é igual à quantidade de movimento do sistema imediatamente antes da colisão.

( ) E) Em um sistema de corpos onde forças não conservativas não realizam trabalho, só pode ocorrer transformação de energia potencial em cinética ou de energia cinética em potencial.

( ) F) Se a força resultante que atua sobre um carrinho de supermercado enquanto ele se move tiver sua intensidade dobrada, a aceleração imposta a ele também terá sua intensidade dobrada.

6 - Como você classifica a sua experiência com a aula ministrada com a utilização de o material de baixo custo?

( ) A) Ótimo
( ) B) Bom 61
( ) C) Regular
( ) D) Ruim
( ) E) Péssimo