

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

GILBERTO DE MIRANDA LIMA

BRINQUEDOS COMO ELEMENTOS DE ENSINO DAS TRÊS LEIS DE NEWTON

Alfenas / MG

2018

GILBERTO DE MIRANDA LIMA

BRINQUEDOS COMO ELEMENTOS DE ENSINO DAS TRÊS LEIS DE NEWTON

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre pelo Mestrado Profissional em Ensino de Física / MNPEF, polo da Universidade Federal de Alfenas, MG. Linha de Pesquisa: Física no Ensino Médio. Orientador: João Vicente Zampieron, PhD. Produto: Unidade de Ensino das Leis de Newton.

Alfenas / MG

2018

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade Federal de Alfenas

Lima, Gilberto de Miranda.
Brinquedos como elementos de ensino das três leis de
Newton. / Gilberto de Miranda Lima. -- Alfenas/MG, 2018.
115 f.

Orientador: João Vicente Zampieron.
Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Federal
de Alfenas, 2018.
Bibliografia.

1. Física (Ensino Médio). 2. Experimentos com Brinquedos. I. Lima,
Gilberto de Miranda. II. Título.

CDD-

GILBERTO DE MIRANDA LIMA

BRINQUEDOS COMO ELEMENTOS DE ENSINO DAS TRÊS LEIS DE NEWTON

A Banca examinadora abaixo-assinada aprova a Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre pelo Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física/MNPEF, polo da Universidade Federal de Alfenas/MG.

Aprovada em _____

Prof. Dr. Frederico Augusto Toti
Universidade Federal de Alfenas

Prof. Dr. João Vicente Zamperion
Universidade Federal de Alfenas

Prof. Dr. Ulisses Azevedo Leitão
Universidade Federal de Lavras

Dedico a minha esposa, ao meu filho e ao meu orientador pela inspiração, suporte e incentivo durante a realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao apoio e companheirismo dos meus amigos e colegas discentes da turma 2017.1 do Polo 28 do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, realizado na Universidade Federal de Alfenas, UNIFAL-MG.

Agradeço aos docentes do Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal de Alfenas, UNIFAL-MG que lecionaram no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, pelos ensinamentos, conhecimentos e motivação transmitidos no decorrer do curso.

Agradeço em especial ao Orientador Prof. Dr. João Vicente Zampieron, por sua orientação e incentivo antes e durante o curso de mestrado, pela sua dedicação, conselhos, amizade, competência, profissionalismo e motivação para que fosse criada e concretizada esta dissertação. Tenha certeza de minha gratidão e saiba que graças a sua orientação terminei esse mestrado com uma correta concepção de elaboração um trabalho científico.

Agradeço a minha esposa, que durante todos estes anos juntos esteve sempre ao meu lado acreditando, torcendo e incentivando a busca das minhas metas e a realização dos meus sonhos, e por sempre motivar e impulsionar o meu crescimento pessoal, profissional e intelectual.

Agradeço ao meu filho por tudo que sempre foi, é e sempre será de importante na minha vida, sendo constante motivo de muito orgulho para mim.

Agradeço a minha mãe pelo seu exemplo de vida e honestidade.

RESUMO

Estudos realizados nos últimos cinquenta anos e observações das práticas diárias sobre as propostas educacionais para o ensino da Física demonstram que tais propostas foram um reiterado insucesso. Dentro deste contexto, ao se avaliar o quadro atual do ensino da Física no Brasil, percebemos que é deficiente e que continua aquém do esperado para a formação do conhecimento científico de nossos estudantes. A educação tradicional gera pouca motivação entre os alunos. Observamos nas práticas diárias de ensino de Física para o Ensino Médio, que não existe a preocupação do Ensino de Física pela Física e nem tão pouco, há tempo para discorrer livremente pelos conteúdos que não se enquadrem no modelo preparatório para o Exame Nacional do Ensino Médio - ENEM. Diante deste quadro, novos métodos e metodologias devem ser buscados. Entre muitas metodologias alternativas pesquisadas para a melhoria do ensino de Física, a experimentação com brinquedos que fizeram ou fazem parte do cotidiano dos alunos, tem sido testada e expressa muito êxito. Essa dissertação apresenta uma aplicação metodológica que utiliza o brinquedo como elemento de ensino. Nela o estudo das três Leis de Newton é realizado com o uso de skates, bolinhas de gude, carrinho foguete, carrinhos de brinquedo, carrinho a elástico e carretel, carrinhos montados com LEGO Education, discos flutuantes, barco a vapor e experimento da moeda, papel e copo, estes seis últimos construídos com ou pelos próprios alunos. Nosso referencial teórico foi a Teoria Sociocultural de Vygotsky, pois sua filosofia apresenta subsídios teóricos de apoio e incentivo ao processo experimental praticado pelo professor com seus alunos, dentro da zona de desenvolvimento proximal, já que o brinquedo é um artefato que permite que o aluno se conecte a Física, em um contexto cotidiano, mais próximo a sua realidade. E o professor agindo como mediador mostra ao aluno o brinquedo como objeto científico e não mais como brincadeira, permitindo descobertas que os levem a evolução de seus conceitos espontâneos para os conceitos científicos. Os resultados demonstram um aumento da participação e maior acolhimento às explicações dadas as Três Leis de Newton. A ludicidade advinda do uso dos brinquedos, motiva os alunos ao confronto de ideias e a repensarem seus conceitos, evidenciando que o brinquedo é um bom recurso instrucional no Ensino de Física.

Palavras-chave: Ensino de Física. Experimentação com Brinquedos. Leis de Newton. Ensino Medio.

ABSTRACT

Studies carried out in the last fifty years and observations of the daily practices on the educational proposals for the teaching of Physics show that such proposals were a repeated failure. In this context, when evaluating the current framework of physics teaching in Brazil, we perceive that it is deficient and that it continues to fall short of what was expected for the formation of the scientific knowledge of our students. Traditional education generates little motivation among the students. We observed in the daily practices of teaching Physics for High School, that there is no concern of Physics Teaching by Physics and, not even, there is time to freely discourse for the contents that do not fit in the preparatory model for the National High School Examination - ENEM. Given this framework, new methods and methodologies should be sought. Among many alternative methodologies researched for the improvement of physics teaching, experimentation with toys that have made or are part of the students' daily life, has been tested and expressed very successfully. This dissertation presents a methodological application that uses the toy as a teaching element. In it the study of Newton's three Laws is carried out with the use of skateboards, small glass balls, rocket carts, toy carts, elastic and spool carts, mounted carts with LEGO Education, floating discs, steam boat and experiment of the coin, paper and glass, these last six constructed with or by the students themselves. Our theoretical reference was Vygotsky's Sociocultural Theory, because his philosophy presents theoretical support and encouragement to the experimental process practiced by the teacher with his students, within the zone of proximal development, since the toy is an artifact that allows the student to become connect physics, in an everyday context, closer to your reality. And the teacher acting as mediator shows the student the toy as a scientific object and no longer as a joke, allowing discoveries that lead them to evolve from their spontaneous concepts to scientific concepts. The results demonstrate an increase in participation and greater acceptance of the explanations given in Newton's Three Laws. The playfulness of the use of toys motivates students to confront ideas and rethink their concepts, evidencing that the toy is a good instructional resource in Teaching Physics.

Keywords: Physics Teaching. Experimentation with Toys. Newton's Laws. High School.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Skate.....	55
Figura 02 - Bolinhas de gude.....	55
Figura 03 - Carrinho foguete.....	55
Figura 04 - Carrinho a elástico e carretel.....	55
Figura 05 - Disco Flutuante.....	56
Figura 06 - Carrinhos de Brinquedo.....	56
Figura 07 - Carrinhos montados com LEGO Education.....	56
Figura 08 - Barco a vapor.....	56
Figura 09 - Copo, papelão e moeda.....	57
Figura 10 - Barco a vapor apresentado na Feira de Ciências das Escolas B e D.....	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Resultado individual da 1ª questão do teste pós-aula teórica	46
Tabela 02 – Resultado geral da 1ª questão do teste pós-aula teórica	46
Tabela 03 – Resultado individual da 2ª questão do teste pós-aula teórica	47
Tabela 04 – Resultado geral da 2ª questão do teste pós-aula teórica	47
Tabela 05 – Resultado individual da 3ª questão do teste pós-aula teórica	47
Tabela 06 – Resultado geral da 3ª questão do teste pós-aula teórica	48
Tabela 07 – Resultado individual da 4ª questão do teste pós-aula teórica	48
Tabela 08 – Resultado geral da 4ª questão do teste pós-aula teórica	48
Tabela 09 – Resultado individual da 5ª questão do teste pós-aula teórica	49
Tabela 10 – Resultado geral da 5ª questão do teste pós-aula teórica	49
Tabela 11 – Resultado individual da 6ª questão do teste pós-aula teórica	50
Tabela 12 – Resultado geral da 6ª questão do teste pós-aula teórica	50
Tabela 13 – Resultado individual da 7ª questão do teste pós-aula teórica	51
Tabela 14 – Resultado geral da 7ª questão do teste pós-aula teórica	51
Tabela 15 – Resultado individual da 8ª questão do teste pós-aula teórica	52
Tabela 16 – Resultado geral da 8ª questão do teste pós-aula teórica	52
Tabela 17 - Média do teste pós-aula teórica	53
Tabela 18 – Resultado individual da 9ª questão do teste pós-aula experimental.....	57
Tabela 19 – Resultado geral do G-1 e G-2 da 9ª questão do teste pós-aula	58
Tabela 20 – Resultado individual da 10ª questão do teste pós-aula experimental ...	58
Tabela 21 – Resultado geral do G-1 e G-2 da 10ª questão do teste pós-aula	58
Tabela 22 – Resultado individual da 11ª questão do teste pós-aula experimental ...	59
Tabela 23 – Resultado geral do G-1 e G-2 da 11ª questão do teste pós-aula	59
Tabela 24 – Resultado individual da 12ª questão do teste pós-aula experimental ...	59
Tabela 25 – Resultado geral do G-1 e G-2 da 12ª questão do teste pós-aula	59
Tabela 26 – Resultado individual da 13ª questão do teste pós-aula experimental ...	60
Tabela 27 – Resultado geral do G-1 e G-2 da 13ª questão do teste pós-aula	60
Tabela 28 – Resultado individual da 14ª questão do teste pós-aula experimental ...	60
Tabela 29 – Resultado geral do G-1 e G-2 da 14ª questão do teste pós-aula	61
Tabela 30 – Resultado individual da 15ª questão do teste pós-aula experimental ...	61
Tabela 31 – Resultado geral do G-1 e G-2 da 15ª questão do teste pós-aula	61
Tabela 32 – Resultado individual da 16ª questão do teste pós-aula experimental ...	62

Tabela 33 – Resultado geral do G-1 e G-2 da 16ª questão do teste pós-aula	62
Tabela 34 - Média Coletiva do Teste pós-aula grupo experimental (G-1) // grupo controle (G-2)	62

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico da Tabela 17 – Média Coletiva da Turma no Teste Pós-Aula Teórica.....	53
Gráfico da Tabela 34 do Grupo G-1 (Experimental).....	63
Gráfico da Tabela 34 do Grupo G-2 (Controle).....	63

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. PESQUISA BIBLIOGRÁFICA	19
3. CONCEPÇÃO DOS PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM	29
3.1. A Teoria Sociocultural de Vygotsky.....	29
3.2. Elementos mediadores: os instrumentos e os signos.....	30
3.3. A interação tem uma função central no processo de internalização.....	31
3.4. Zona de desenvolvimento proximal.....	32
4. OBJETIVOS	35
5. PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS	36
6. RESULTADOS	38
6.1. Produto como objeto educacional.....	38
6.2. Produto.....	39
6.2.1. Detalhamento e objetivo de cada produto.....	39
6.2.1.1. Skates.....	39
6.2.1.2. Bolinhas de gude.....	39
6.2.1.3. Carrinhos foguete.....	39
6.2.1.4. Carrinho a elástico e carretel.....	40
6.2.1.5. Discos Flutuantes.....	41
6.2.1.6. Carrinhos de brinquedo.....	41
6.2.1.7. Carrinhos montados com LEGO Education.....	42
6.2.1.8. Barco a vapor.....	43
6.2.1.9. Experimento da moeda, papel e copo.....	44
6.2.2. Produto Final.....	44
6.3. Aplicação do produto.....	44
6.4. Aplicação do produto a alunos de Escolas Públicas Estaduais A, B, C, D...45	
6.4.1. Introdução.....	45
6.4.2. Etapa 1.....	45
6.4.3. Etapa 2.....	45
6.4.3.1. Resultado do teste pós-aula tradicional.....	53
6.4.3.2. Análise dos dados no teste pós-aula teórica tradicional.....	54
6.4.4. Etapa 3.....	54
6.4.5. Etapa 4.....	57

6.4.5.1. Resultado final do teste pós-aula experimental.....	62
6.4.5.2. Análise dos dados no teste pós-aula experimental.....	64
6.4.5.3. Análise das respostas do pós-teste experimental.....	66
6.4.6. Etapa 5.....	67
7. CONCLUSÃO.....	69
8. REFERÊNCIAS.....	72
9. APÊNDICES.....	78
9.1. Apêndice A – Avaliação da metodologia pelos alunos.....	78

1. INTRODUÇÃO

O Brasil figura com um dos piores resultados em se tratando de ensino-aprendizagem, refletindo numa formação deficiente dos alunos na continuidade de seus estudos. Segundo pesquisa do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP, através do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes – PISA, em pesquisa realizada em 2018, o Brasil ficou na 63ª posição em Ciências, na 59ª em leitura e na 66ª em matemática, entre 70 países avaliados. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2016), mesmo com o programa social que incentivou a matrícula de 98% de crianças entre 6 e 12 anos, 731 mil crianças ainda estão fora da escola e segundo a mesma fonte de pesquisa, o analfabetismo funcional de pessoas entre 15 e 64 anos foi registrado em 28%.

Outros dados alarmantes pesquisados pela Organização não governamental (ONG) Todos pela Educação (Brasil, 2018), 55% dos alunos que chegam ao 5º ano de escolarização (entre 8 e 9 anos de idade) não sabem ler, apenas 18,2% sabem matemática ao fim do Ensino Fundamental, 41% dos jovens de até 19 anos não concluem o Ensino Médio e 92,7% dos alunos que concluem o Ensino Médio não sabem matemática no nível adequado. Podendo torna-se ainda mais crítico com relação aos avanços tecnológicos e as mudanças sociais.

Com os avanços da tecnologia houve a possibilidade de apresentar ferramentas para aprender brincando, ou seja, conceitos de Física e Matemática poderão ser ensinados de forma lúdica, motivando a apreensão de conhecimentos de forma mais intensa. Por esses motivos o presente trabalho tem o intuito de levar crianças, adolescentes e até mesmo adultos, a aprender de outras formas.

Diante do contexto acima, ao se avaliar o ensino da Física no Brasil, percebemos que é deficiente e que continua aquém do esperado para a formação do conhecimento científico de nossos estudantes (SANTOS; PIASSI, FERREIRA, 2004).

Estudos realizados nos últimos cinquenta anos e observações das práticas diárias sobre as propostas educacionais para o ensino da Física demonstram que tais propostas foram um reiterado insucesso, gerando desinteresse pela Física em muitos estudantes. Nesse sentido MORAES, (2009), menciona,

O ensino de física nas últimas séries da educação básica (ensino médio) não enfrenta uma realidade agradável. As aulas já não atendem a realidade do alunado; os professores em muitos casos não estão capacitados a estarem em sala de aula; os recursos e as metodologias de ensino utilizadas por muitos professores já são considerados ultrapassados. Sendo assim, tornam-se necessários o debate e as sugestões sobre estratégias de ensino que

minimizem os efeitos negativos dessa realidade que deixa cada vez mais os alunos sem interesse pela Física.

Em geral, o docente dedica, no mínimo trinta minutos, por aula, para solucionar a maior quantidade de exercícios no padrão do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e demais vestibulares, ficando com no máximo 20 minutos para se desdobrar no conteúdo teórico da maneira mais sucinta e esclarecedora possível. Assim, é quase impossível abordar de forma espontânea conteúdos motivadores e interessantes que não fazem parte deste modelo engessado que visa à preparação para o ENEM. Não existe o prazer de ensinar Física pela Física.

Neste modelo voltado para o ENEM, não há espaço para as aulas de Física Experimental, porque o tempo deve ser maximizado para abordar enormes conteúdos e resolver inúmeros exercícios, e sendo raras ou inexistentes não há interesse, por parte dos governos estaduais, de investimento na compra de instrumental e muito menos na montagem de espaços para laboratórios. Quando existe alguma atividade experimental ela é fruto da criatividade do professor custeando com seus próprios recursos alguns modelos experimentais.

Muitos alunos apresentam dificuldade em assimilar os conteúdos de Física e com isso a Física é considerada, como uma disciplina difícil. A história da Ciência, os conceitos e o formalismo matemático são trabalhados de forma desvinculada e sem significado. Assim, para tornar o ensino do conteúdo mais contextualizado e prazeroso para os alunos, alguns professores desenvolvem ações que tornem isso possível (BRAZ, 2009).

Sendo assim é necessária a criação de novos métodos e metodologias direcionadas para o ensino de Física que tenham o poder de complementar as aulas teóricas tradicionais, com algo que gere mais interação entre estudantes e docentes. Destaca-se, entre esses novos métodos e metodologias o uso do lúdico como meio de divulgar o aprendizado científico como também para problematiza-lo.

Segundo o PCN+ (BRASIL, 2002, p.84), a apropriação de conhecimentos científicos se efetiva por práticas experimentais, com contextualização que relacione os conhecimentos com a vida, em oposição a metodologias pouco ou nada atrativas e sem significado para os estudantes. Essas metodologias estabelecem relação expositiva e transmissivista, que não coloca os estudantes em situação de vida real, de fazer, de elaborar.

Museus e Centros de Ciências, cujo objetivo principal é o de popularizar o conhecimento científico para estudantes de ensino fundamental, médio e superior, principalmente de escolas públicas são, ainda hoje no Brasil, bastante incipientes. E, apesar de nos últimos anos ter havido um esforço intenso por parte dos órgãos de fomento brasileiros no intuito de incentivar a multiplicação dessas propostas ao longo do país, será necessário maior empenho por parte das universidades, enquanto polos geradores e disseminadores de conhecimento, no sentido de alavancar projetos que venham a se constituir em embriões de mais polos, espaços estes que poderão ser a um forte apoio para o desenvolvimento, nos mais diversos pontos do país.

É neste contexto que se insere a Universidade do Estado de Minas Gerais, Unidade Passos (UEMG – Passos), Instituição que há mais dez anos implantou um Centro de Ciências em suas dependências, exatamente para proporcionar às escolas de ensino fundamental, médio e de terceiro grau, de Passos - MG e região, a oportunidade de buscar o importante respaldo que este pode lhes propiciar, através da disponibilização de equipamentos voltados ao ensino da física, química, biologia e matemática, de forma lúdica e prazerosa. Cabe a esse Centro ainda promover a capacitação de professores, através de cursos, palestras e excursões que, tanto preparam o professor, quanto auxiliam na melhoria da qualidade de ensino, tão necessário à integração do país na nova ordem social estabelecida, sobretudo, nos pilares da competência, conhecimento e soberania.

Diante do exposto acima, e convicto da importância dos inúmeros projetos, ações, oficinas e demais atividades desenvolvidas pela equipe do Centro de Ciências, é que se busca justificar a necessidade do presente trabalho, cujo objetivo será o disponibilizar a estudantes de diferentes faixas etárias, de acordo com seu desenvolvimento psicomotor, oficinas que lhes permitam interagir e dar vazão à sua criatividade, diante de inúmeros desafios que o material lhes impõe, tendo uma visão aberta do mundo contemporâneo, bem como realizando um trabalho de incentivo às mais diversas experiências, pois as diversidades de situações pedagógicas permitem a reelaboração e a reconstrução do processo ensino-aprendizagem.

Este trabalho propõe o Ensino das três Leis de Newton comparando dois processos de ensino e aprendizagem, o primeiro somente com aulas tradicionais expositivas dialógicas e o segundo através da combinação destas mesmas aulas tradicionais expositivas acrescidas de atividades experimentais com o uso de brinquedos presentes no cotidiano dos alunos, permitindo aos mesmos compreender

e interpretar a Física nas diversas situações da vida vindo a apreender de forma mais concreta, objetiva, prazerosa e duradoura as três Leis de Newton.

O que se busca é uma alternativa para que os professores do Ensino Médio tenham a chance de melhorar o ensino e a aprendizagem dos conteúdos abstratos da Física em suas práticas diárias em sala de aula.

A proposta tanto desta dissertação como do produto educacional gerado por ela, foi pegar as três Leis de Newton e provar para os alunos que é muito mais fácil aprender estas Leis quando usamos objetos concretos que fazem parte do seu cotidiano, e que ao ser mostrado agora como Ciência, pelo professor de uma forma mediadora, interacionista e participativa, dá uma nova visão, uma nova roupagem, aquele objeto fruto de tantas brincadeiras, divertimentos e alegrias, tão conhecido e jamais esquecido, transpondo e renovando esta lembrança para a Ciência, tornando a absorção dos conhecimentos mais tranquila, fácil, leve e por que não dizer, divertida.

Este trabalho não tem a pretensão de ser original, porque os estudos verificados nas referências, nos mostram que o uso de brinquedos como objetos científicos vem de longa data (pelo menos cinco décadas), ou seja, já pertencem ao domínio público, e devido a isso, esses objetos lúdicos tem sido usados, em todas as áreas de conhecimento relativas ao ensino de Física para o Ensino Médio, nos mais variados brinquedos desde os comuns até os mais complexos como o elevador de Einstein que ilustra de forma lúdica o Princípio da Equivalência. Ainda dentro deste contexto, o roteiro dos experimentos tem uma sequência lógica que não deve e não pode ser alterada, posto que o conhecimento é sequencial e o assunto que está à frente depende da base que está no assunto anterior, ou seja, uma sequência lógica, na qual se baseia e se define a Física dentro do raciocínio lógico das Ciências Exatas.

Assim, cada professor ao ler este roteiro pode fazer modificações que se adequem a sua experiência e ao nível dos seus alunos e nessa mesma linha de pensamento, estudamos e pesquisamos vários autores que se encontram relacionados nas referências e adaptamos ao nosso modo de pensar e ensinar.

O produto consiste de um guia instrucional com o uso de Brinquedos que são mostrados aos alunos sob uma nova perspectiva, não sendo somente elementos de brincadeiras infantis, mas sim, elementos constituintes de experimentos científicos, aonde através do lúdico chegam-se a importantes conceitos para o ensino de Física: as Leis de Newton e tem o objetivo de auxiliar os professores na montagem, utilização e fundamentação teórica dos experimentos. Nele estão detalhadas todas as etapas

da construção de cada experimento, desde a lista de materiais até a montagem, bem como as fundamentações teóricas e aplicações didáticas, além de uma sugestão de questionário avaliativo a ser aplicado aos alunos após cada experimento. O material utilizado na experimentação é de baixo custo, fácil aquisição e simples montagem.

Com o propósito de melhorar a qualidade do ensino de Física, foi desenvolvida uma sequência de ensino das Leis de Newton, relacionadas com o cotidiano dos alunos, utilizando brinquedos como objetos científicos em substituição ao laboratório científico tradicional, que não está presente na maioria das Escolas Públicas Estaduais de Ensino Médio. No entanto, vale salientar que os professores devem levar em consideração os conhecimentos prévios dos alunos, e mediar todo o processo de construção de um novo conhecimento.

Propomos que em seus planejamentos de aulas, seja dedicado o tempo de montagem dos experimentos com os alunos, pois a participação ativa dos mesmos promove a interação entre professor e alunos e também entre os próprios alunos no processo que é de extrema importância para a melhoria do ensino e da aprendizagem, segundo o conceito de zona de desenvolvimento proximal da Teoria Sociocultural de Vygotsky (1998).

Ao se aliar atividades lúdicas a teoria, o ensino desperta interesse, curiosidade, cria um ambiente motivador, agradável, estimulante, repleto de situações novas e desafiadoras, produzindo aulas mais divertidas, prazerosas e satisfatórias, desenvolvendo habilidades, atitudes e competências relacionadas ao fazer e compreender a Física (ARAÚJO; ABID, 2003), e isso foi uma das prioridades na elaboração deste material.

De acordo Newton (traduzido por Fabio Duarte Joly; André Koch Torres Assis, 2008) em seu livro Principia publicado pela Editora da Universidade de São Paulo – EDUSP, como o título: Princípios Matemáticos da Filosofia Natural, enuncia:

1ª Lei: “Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento em uma linha reta, a menos que seja forçado a mudar aquele estado por forças imprimidas a ele”.

2ª Lei: “A mudança de movimento é proporcional à força motora imprimida, e é produzida na direção da linha reta na qual aquela força é imprimida”.

3ª Lei: “A toda ação há sempre oposta uma reação igual, ou, as ações mútuas de dois corpos um sobre o outro são sempre iguais e dirigidas a partes opostas”.

A revisão bibliográfica que se apresenta neste trabalho se baseia nas constatações acima.

2. PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Ausubel (1982), afirma que todo o conhecimento deve emergir de outro pré-existente para evitar o risco de construir no estudante uma aprendizagem mecânica, o aluno deve possuir o conhecimento prévio, relevante e necessário para tornar a tarefa potencialmente significativa. Este conhecimento anterior que deve servir de base ao estudante não precisa ser um pré-requisito, mas deve manter relação estreita com o novo conhecimento. No caso de estudantes de ensino médio, esses conhecimentos estão diretamente vinculados à infância, ou seja, são as brincadeiras tradicionais que permeiam a imaginação do estudante que se aportam como base para o desenvolvimento de outros conhecimentos.

A teoria de aprendizagem de David Ausubel ressalta a importância da utilização de jogos que possuam relação com a estrutura cognitiva dos estudantes, que se crie um material que, através de imagens, promova a aprendizagem significativa, resumindo, sua teoria diz que a aprendizagem cognitiva pode ser definida como aquela, na qual certo conteúdo é inserido na Estrutura Cognitiva de forma organizada, criando um complexo organizado de informações. “Teoria da Assimilação” foi o nome dado a esse processo, de aquisição e de organização de novos conhecimentos na estrutura cognitiva de um indivíduo (YAMAZAKI, 2017).

Uma aprendizagem mecânica pode causar uma transferência de aprendizagem com associação de alguns conhecimentos prévios dos estudantes, a aprendizagem dos alunos se torna mais significativa quando os novos conhecimentos, trabalhados pelo professor, venham se relacionar e interagir com a estrutura cognitiva existente somando e servindo de suporte para novas informações (AUSUBEL, 1982).

Se ocorrer um processo de conflito da aprendizagem pela insuficiência do conhecimento do indivíduo para explicar o que está diante dele, é porque ele ainda não está em condições de aprender o novo. Assim hoje, já não basta somente o indivíduo ler, ouvir e tocar é necessário que ele faça e interaja com os novos objetos que se encontram no processo de aprendizagem. Mesmo que alguns já conheçam as novas práticas do mundo, isto não pode ser transferido, é necessário que cada um tire suas próprias conclusões e conhecimento do novo, construindo assim seu próprio entendimento (VARGAS *et. al.*, 2012).

No ensino tradicional o professor simplesmente transfere seus conhecimentos e suas experiências fazendo com que o aluno apenas repita o processo absorvido por aquela aprendizagem, e muitas vezes não representa significado algum para ele no

entanto o novo processo toma o corpo e a mente fazendo com que eles participem integralmente do processo de aprendizagem e construam novas perspectivas em que o conhecimento adquirido deixa ser simplesmente representado por uma descrição de alguém e se torna uma construção de seu próprio entendimento (VARGAS *et. al.*, 2012).

Neste sentido Freire (2009), que realiza toda uma construção pedagógica voltada à liberação do professor por meio do desenvolvimento de uma consciência crítica e da contextualização do conhecimento, compreende que ensinar não é depositar conhecimento nos alunos como fazemos com dinheiro em bancos, mas levá-los a uma avaliação crítica do momento histórico em que vivem para que possam perceber a necessidade do conhecimento a partir da relação entre o saber anterior e o novo.

Ainda, o ensino e a aprendizagem podem ser destacados nas afirmações:

Nunca considerem seus estudos como um dever, mas como a invejável oportunidade de aprenderem a conhecer a influência libertadora da beleza no reino do espírito, para a sua própria alegria pessoal e para o benefício da comunidade a quem pertencerá o trabalho posterior de vocês. (EINSTEIN *apud* DUKAS; HOFFMANN, 1984).

Aos quatro ou cinco anos, experimentei um sentimento de conflito cognitivo diante do mistério, quando meu pai me mostrou uma bússola. O fato de a agulha comportar-se de certa forma que não se encaixava entre os tipos de ocorrência que podiam ser colocados no mundo inconsciente dos conceitos (eficácia produzida pelo toque direto). Lembro-me ainda ou pelo menos creio que me lembro de que essa experiência me causou uma impressão profunda e duradoura. Devia haver algo escondido nas profundezas das coisas. (EINSTEIN, 1982).

De acordo com Batista, *et. al.* (2009), trabalhando num estudo de casos com alunos do ensino médio, através de um projeto que buscava incentivar o interesse dos alunos pelas aulas de Física, através de novas abordagens que fugissem do método tradicional, onde o conhecimento é um conjunto de informações que são simplesmente transmitidos dos professores para os alunos, não resultando num aprendizado efetivo.

O processo de aprendizagem acontece através de analogias e inferências necessárias à abstração das leis científicas, assim, se o aluno não compreende a teoria, conseqüentemente não reconhecerá o conhecimento científico na sua vida cotidiana. Segundo os mesmos autores, tem-se o grande desafio de tornar o ensino da física prazeroso e instigante, para que o aluno possa alcançar de forma natural o conhecimento científico e com isso compreender a realidade que o cerca.

Através das brincadeiras e dos brinquedos infantis um estudante de 11 ou 12 anos que está no início da sua adolescência, adquire os conhecimentos mais significativos e prazerosos para a prática da Ciência. Para Kishimoto (1999), brincar constitui uma conduta livre que traz prazer, satisfação, descoberta e divertimento. Seguindo a ideia de que o conhecimento de um pré-adolescente deve estar totalmente ligado à sua infância, não há como desvincular o desenvolvimento de um novo conhecimento das brincadeiras infantis.

A brincadeira é definida como uma atividade livre, que não pode ser delimitada e que, ao gerar prazer, exaure-se em si mesma e o brinquedo é simplesmente o objeto suporte da brincadeira. Assim, se conseguirmos relacionar às brincadeiras infantis aos conceitos da Física, estaremos dando significado ao novo conhecimento e oferecendo uma possibilidade de se criar âncoras para os conhecimentos futuros ao estudante (KISHIMOTO, 1999).

Várias ferramentas têm sido utilizadas por diversos pesquisadores para tornar mais acessíveis conceitos de informação científica. Sabe-se que a maior parte dos professores não realiza atividades experimentais, apesar da importância da atividade experimental na educação científica, devido a vários fatores, tais como: falta de familiaridade com equipamentos, tempo excessivo, espaço, materiais específicos, dentre outros. Sendo assim, um programa denominado Pró Ciências, utilizando como ferramenta a Experimentoteca-Ludoteca, do Instituto de Física da Universidade de São Paulo – IFUSP ministrou vários cursos para professores da rede pública do estado de São Paulo percebendo mudanças significativas no comportamento dos professores em termos de domínio dos conteúdos e equipamentos utilizados. (SANTOS, PIASSI, FERREIRA, 2004).

De acordo com o trabalho realizado sobre um estudo de casos com alunos do ensino médio, através de uma proposta de construção de materiais experimentais e brinquedos, os pesquisadores analisaram o potencial didático da aplicação de um projeto temático: Brincando com a Física, onde puderam contextualizar as aulas visando à alfabetização científica e técnica o que mostrou um alto nível de eficácia em termos didáticos, propiciando uma maior motivação e um desenvolvimento dos saberes escolares de forma mais fundamentada, nos procedimentos didáticos adotados (PERINI e KLEIN, 2009).

Somente no nono ano do ensino fundamental os alunos são introduzidos no ensino de física, e baseia-se na explanação de conceitos, realização de cálculos com

fórmulas correlatas, sem nenhuma observação de fenômenos, sem a realização de algum tipo de experimentação que seriam necessários a correta construção do conhecimento. Como consequência, causa o medo ao estudante em relação ao estudo dessa disciplina (DIAS, 2014).

Segundo Vieira (2012), a construção dos conceitos da Física não pode ser mecânica ou repetitiva, ou seja, não pode ser arbitrária, mas sim, deve ser armazenado de tal forma que possa fazer conexões significativas. Todo conhecimento deve apoiar-se em outro pré-existente, o aluno que chega às séries finais do ensino fundamental está no fim da infância ou início da adolescência, sendo assim, o conhecimento que o mesmo possui está referenciado nas brincadeiras e brinquedos infantis, entre eles o carrinho de brinquedo, que é utilizado pelas crianças, independentemente do gênero.

O brinquedo citado, permite a observação de vários fenômenos físicos ligados à mecânica como: impulsão (força), energia potencial, energia cinética, movimento, velocidade, aceleração, desaceleração, atrito, distância percorrida, tempo, entre outros. Sendo assim, sua utilização na formação dos conceitos iniciais da Física é uma ferramenta que possibilita a construção da aprendizagem significativa proposta por Ausubel (1982) uma vez que permite o relacionamento dos conhecimentos prévios ao novo conteúdo que se busca dominar (VIEIRA, 2012).

Os professores do ensino médio e fundamental tem uma visão errônea ou complexa demais, quanto à utilização de experimentos em suas aulas, tendo como justificativa que o uso de experimentação atrapalha a exposição dos conteúdos e com isso dispersa e dificulta a aprendizagem dos alunos (MARTINS, 2014).

Pesquisas realizadas por Galiuzzi *et. al.* (2001), *apud* Martins (2014), afirmam que muitos professores apontam diferentes motivos para se utilizar experimentos, tais como: estimular a observação aprimorada e o registro cuidadoso dos dados; promover métodos de pensamento científico simples e de senso comum; desenvolver habilidades manipulativas; treinar resolução de problemas; adaptar as exigências das escolas; esclarecer a teoria e promover a sua compreensão; verificar fatos e princípios estudados anteriormente; vivenciar o processo de encontrar fatos por meio da investigação, chegando a seus princípios; motivar e manter o interesse na matéria; tornar os fenômenos mais reais por meio da experiência.

Percebe-se no trabalho de Galiuzzi *et. al.* (2001), que os professores não estão alheios a manifestações dos alunos quanto a presença do experimento em sala de

aula e experimentos não são apenas instrumentos a mais de motivação para o aluno, na verdade são instrumentos que propiciam a construção e aprendizagem de conceito de modelos científicos. Entretanto, para que isto ocorra, é necessário, que haja uma interação didática entre a atividade experimental e o desenvolvimento destas concepções.

Ao valorizar a perspectiva lúdica do ensino, não se está considerando que este venha a se transformar numa mera brincadeira. Espera-se que no processo de aprendizagem, esta seja uma das etapas da construção de novas estruturas mentais no aluno e que no tempo adequado para a maturidade e compreensão, os mesmos conceitos apresentados em linguagem matemática e física, adequadas, venham a ser incorporados na sua totalidade (LOPES; BARANA; XAVIER, 2006).

O ensino de Física apresenta aspectos que causam dificuldades aos alunos que na maioria das vezes não encontram importância e aplicabilidade nos conhecimentos que lhes são repassados. Os problemas que se observam no processo de ensino da Física em todos os níveis não são novos, são muitos, variados e difíceis. Existem alguns que são frequentes: aulas expositivas monótonas; conteúdo sem vínculo com a realidade dos alunos; exercícios repetitivos de fixação que visam apenas a memorização de fatos, conceitos, leis, acarretando defasagem na aprendizagem do conteúdo; caráter descontextualizado e maçante de um único livro em sala de aula; avaliação unicamente por provas com questões de respostas fechadas; poucos experimentos, apenas demonstrações, dentre outros (FISCHER, 1990).

Proporcionar ao aluno oportunidades de conhecimento através de desafios, reflexões, interações e ações próprias, através de aulas demonstrativas com materiais de baixo custo, fazendo com que os educandos sejam agentes dos seus próprios conhecimentos e os educadores mediadores desses conhecimentos (FRANA, 2010).

De acordo com Medeiros e Medeiros (2005), a utilização de brinquedos científicos promove a alegria aos estudantes no ensino de ciências, mesmo em assuntos científicos mais difíceis, como a Relatividade Geral e o seu Princípio da Equivalência o uso de brinquedos científicos realçam as questões conceituais.

O brinquedo pode ser visto como uma porta para um mundo imaginário no qual os desejos não realizáveis podem ser realizados. O brinquedo é um estágio entre as restrições contextualizadas da primeira infância e o pensamento mais desvinculado de situações reais encontrado na fase adulta. A aquisição desse controle pela criança

traz consigo a necessidade de que ela aprenda a simbolizar e depois a usar tais signos convertendo funções mais simples em funções culturais mediadas por signos (VYGOTSKY, 1998).

Uma vez que a criança compreenda os princípios que estão por trás de um brinquedo científico, aquele objeto deixa de ser apenas alguma coisa para brincar e torna-se uma porta aberta para o mundo da ciência. Os adultos também brincam, só substituem o termo brincadeiras por hobby ou por passatempo (RITCHIE, 1975).

Quando um jovem ou adulto interage com o lúdico através de um determinado brinquedo, muitas vezes sente-se estimulado a buscar respostas de como funciona aquele brinquedo, ou seja, o que acontece e o porquê do funcionamento do mesmo. Assim o ato de brincar propicia aprendizados. Na brincadeira, o indivíduo vivencia regras sociais, éticas interagindo com leis, conceitos e fenômenos físicos, ainda que os desconheçam cientificamente.

RAMOS e FERREIRA (2004), afirmam:

[...] quando se aprende a andar de bicicleta estão em jogo habilidades físicas (equilíbrio, coordenação motora, ...) e intelectuais (controle da força, controle do freio, controle da direção, ...).

Aprende-se na prática a conviver com o momento angular das rodas e o torque para realizar curvas, sem que nenhum desses nomes apareça. Não se fala “que tal aprender a brincar com o momento angular e o torque?”, fala-se “que tal aprender a andar de bicicleta?”.

O lúdico é algo que está presente na sociedade independentemente da faixa etária de quem o utiliza, permanece com o ser humano até na fase adulta, mudando-se apenas os tipos de brinquedos.

Quando alguém está jogando está executando regras do jogo e ao mesmo tempo, desenvolvendo ações de cooperação e interação que estimulam a convivência em grupo. Desta forma os jogos lúdicos permitem uma situação educativa, cooperativa e interacional (FRIEDMANN, 1996).

O lúdico pode trazer a sala de aula um momento de tranquilidade e felicidade acrescentando leveza à rotina escolar, fazendo com que o aluno tenha capacidade de registrar os ensinamentos de forma mais significativa. O adulto ou adolescente é capaz de brincar, de jogar, de se divertir. A diferença de suas brincadeiras, daquelas praticadas na infância, reside em certos limites de fantasia, ou seja, a vivência de um mundo real e não imaginário. (PIMENTEL; VERDEAUX, 2009).

Gonçalves e Galiazzi (2004), propõem a abordagem sociocultural, que consiste em realizar atividades experimentais alicerçadas em etapas como questionamento,

construção de argumentos, comunicação e validação desde que esta atividade se aproxime da realidade do aluno, reduzindo a gravidade das consequências dos erros e dos fracassos.

É dever do professor, deixar de lado os métodos e técnicas tradicionais mudando os padrões de conduta em relação aos alunos, acreditando que o lúdico é eficaz como estratégia do desenvolvimento na sala de aula (LISBOA, 2009).

O uso de brinquedos e experimentação com caráter pedagógico realmente auxilia no processo de ensino e aprendizagem. A utilização do lúdico seria uma alternativa que propicia a plenitude da experiência, assim a proposta de trabalho é a inserção de brinquedos científicos e experimentos como atividade lúdica na sala de aula, buscando descobrir a ciência a partir dos brinquedos e experimentos, e a Física que explica o funcionamento dos mesmos (LUCKESI, 1998).

O brinquedo é um excelente meio de exploração que por si estimula, apontando novas maneiras de como tornar as aulas mais atraentes e participativas, e aproximando o conceito teórico da prática, propiciar não só aprendizado, mas o gosto pela Física (BRUNER, 1983).

Os brinquedos têm sido ótimos aliados de vários professores de Física que os utilizam como metodologia em suas aulas, despertando a curiosidade dos estudantes e uma melhor assimilação dos conteúdos. Huizinga (2004), afirma que “o adolescente joga e brinca dentro da mais perfeita seriedade”, sendo assim pesquisadores utilizando brinquedos tais como bolinhas de gude, skates, diversos tipos de carrinhos, boneco nadador, pintinho saltador e CDs Flutuantes como ferramentas experimentais para o ensino de física, forçando os alunos a enxergarem os brinquedos sob um novo ângulo, motivando-os a participarem ativamente das novas explicações dadas a partir destes brinquedos (RAMOS; FERREIRA, 2004; PIMENTEL, 2007).

Neves (2002), discute conceitos de termodinâmica por meio do brinquedo “pássaro bebedor”. O mesmo autor aponta para outras possibilidades de discussão científica com o uso de brinquedos.

Meira *et. al.* (2003), exploram as possibilidades do uso do skate para o ensino de vários conteúdos de mecânica, bem como Pimentel e Verdeaux (2009), ao usarem esse brinquedo para o ensino da terceira lei de Newton.

A cada dia as mudanças na nossa sociedade exigem adequações de todos os sujeitos e instituições. Mas a escola parece sempre resistir a isso, pois percebemos que lá ainda prevalece a ideia do conhecimento repetitivo, tradicional e sem sentido

para a maior parte dos estudantes. Sendo assim as estratégias lúdicas de ensino podem ser uma alternativa a isso. A importância do lúdico está na possibilidade de aproximar, de uma forma prazerosa os alunos dos conceitos físicos abstratos que podem ser discutidos através de brinquedos e jogos (SANTOS; PIASSI; FERREIRA, 2004).

Sobre o uso da experimentação Araújo e Abib (2003), relatam que:

Tem a capacidade de: Estimular a participação ativa dos estudantes, despertando sua curiosidade e interesse, favorecendo um efetivo envolvimento com sua aprendizagem e também, propicia a construção de um ambiente motivador, agradável, estimulante e rico em situações novas e desafiadoras que, quando bem empregadas, aumentam a probabilidade de que sejam elaborados conhecimentos e sejam desenvolvidas habilidades, atitudes e competências relacionadas ao fazer e entender a Ciência.

Séré, Coelho e Nunes (2003), exemplificam que os experimentos são enriquecedores para os alunos, apresentando um verdadeiro sentido ao abstrato e formal das linguagens. As atividades oportunizam aos alunos um olhar crítico, preparando-os para averiguar e tomar decisões propostas pela atividade e na discussão dos resultados.

Cinco grupos de objetivos que podem ser atingidos através do uso do laboratório em aulas de ciências: (a) habilidades: de manipular, questionar, investigar, organizar e comunicar; (b) conceitos: como hipótese, modelo teórico, categoria taxonômica; (c) habilidades cognitivas: pensamento crítico, solução de problemas, aplicação, análise, síntese; (d) compreensão da natureza da ciência: como empreendimento científico, cientistas e como eles trabalham, existência de uma multiplicidade de métodos científicos, inter-relações entre ciência e tecnologia e entre as várias disciplinas científicas; (e) atitudes: como curiosidade, interesse, correr risco, objetividade, precisão, confiança, perseverança, satisfação, responsabilidade, consenso, colaboração, gostar de ciência (TRAVERS, 1973).

A Física nos brinquedos é uma pesquisa de aplicação que busca identificar, reforçar alguns fatores que permeiam o uso do lúdico como ferramenta pedagógica no Ensino de Física. Muitos brinquedos são multidisciplinares e interdisciplinares, pois abrangem a exploração de vários temas da Física, sobre isso Leinstein (1982), diz que um brinquedo pode ilustrar um princípio de mecânica e ao mesmo tempo um conceito em eletricidade.

Ativar a curiosidade dos estudantes, utilizando experimentos de formato cativante, é também uma proposta de Laburú, Barros e Salvadego (2006). Segundo

esses autores, para além de adequá-los ao conteúdo ou ao conceito de interesse, esses experimentos ajudam a abalar atitudes de inércia, de desatenção, de apatia e de pouco esforço. Com a utilização desse meio de ensino-aprendizagem os alunos se interessam mais pela matéria, vendo na prática o que é passado na teoria, tornando as aulas mais divertidas e desenvolvendo maior fixação e gosto pela Física.

A aula de física se torna monótona, cansativa e pouco interessante para os alunos quando ela se baseia apenas no ensino comum a todos: lousa e livros. Observa-se que os alunos têm mais interesse pela parte prática da matéria, por aproximar a realidade ao conhecimento científico. Isso se justifica, pois:

As atividades experimentais permitem aos alunos o contato com o objeto concreto, tirando-os da zona de equilíbrio e colocando-os em zona de conflito, construindo mais conhecimentos e posteriormente retornando a zona de equilíbrio. (Cunha, 2002 apud Campos *et. al.*, 2012).

Assim, observa-se que a aprendizagem em Física depende do material concreto para que seja vista pelos alunos, pois, muitos não são capazes de adquirir o conhecimento baseando-se somente na teoria, sendo a física experimental um caminho a ser percorrido para o ensino-aprendizagem ser efetivo e concreto (*op. cit.*).

Ainda sobre as atividades experimentais, Araújo e Abib, apontam para a possibilidade de aprofundamento do tema estudado que estas atividades podem propiciar.

Provavelmente, a característica mais marcante dessas atividades é a possibilidade de ilustrar alguns aspectos dos fenômenos físicos abordados, tornando-os de alguma forma perceptíveis e com possibilidade de propiciar aos estudantes a elaboração de representações concretas referenciadas. [...] a possibilidade de se levantar hipóteses e o incentivo à reflexão crítica, de modo que a demonstração consistiria em um ponto de partida para a discussão sobre os fenômenos abordados, com possibilidade de exploração mais profunda do tema estudado.

Blosser (1988), em uma ampla revisão sobre o papel da atividade experimental no ensino de Física, cita que desde o final do século passado, o laboratório tem sido considerado um importante meio instrucional no ensino de ciências. Atividades de laboratório foram usadas em Química no segundo grau já na década de 1880 (FAY, 1931).

Em 1886, a Universidade de Harvard publicou uma lista de experimentos que deveriam ser incluídos em aulas de Física para alunos de segundo grau que pretendessem estudar em Harvard (MOYER, 1976). O ensino de laboratório era considerado essencial porque provia treinamento em observação, fornecia informações detalhadas e estimulava o interesse dos alunos. As mesmas razões são ainda aceitas quase 100 anos depois.

A partir do exposto acima o presente trabalho pretende dar a sua contribuição explorando atividades lúdicas para o ensino das três Leis de Newton, fortalecendo a parte teórica com atividades práticas experimentais, utilizando brinquedos simples construídos por professores e alunos.

3. CONCEPÇÃO DOS PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM

As correntes de pensamentos epistemológicos, científicos e educacionais de grandes filósofos, pesquisadores, cientistas e educadores, tais como Ausubel (1982), Piaget (1974), Skinner (2000), Bruner (1983), Feyerabend (1996), Popper (2012), e Vygotsky (1998) dentre tantos outros, trazem fortes e importantes contribuições no ensino e aprendizagem onde a partir de uma análise dessas correntes, a linha de pensamento de Vygotsky é a que mais se adequa aos propósitos do presente trabalho.

Assim, este trabalho tem como referencial a Teoria Sociocultural de Vygotsky, como norteadora das atividades experimentais de Física. A busca por metodologias que melhorem o processo de ensino e de aprendizagem e que despertem o interesse dos alunos pela disciplina de Física vem sendo muito discutida no meio acadêmico e

escolar. As atividades experimentais tem sido um bom caminho para esse despertar de interesse e na busca da melhoria da aprendizagem. A Teoria sociocultural de Vygotsky traz orientações pedagógicas e indicações adequadas para os resultados possíveis e, almejados em uma aula de Física que utiliza atividade experimental.

Os conceitos espontâneos que a criança traz da sua vida cotidiana, somados aos conceitos científicos, aprendidos na escola, aprimora a estrutura lógica dos conceitos (VYGOTSKY, 2001).

3.1. A Teoria Sociocultural de Vygotsky.

Para Vygotsky, o elo intermediário entre o conhecimento disponível no ambiente e o educando é representado pela figura preponderante do professor. O âmago do recurso experimental está inserido funcionalmente na utilização diferente de elementos mediadores: os instrumentos e os signos.

Os elementos mediadores determinam diferencialmente o comportamento. Disso resulta o domínio do indivíduo sobre as suas próprias operações psicológicas.

No início da infância, explorar o ambiente é uma das maneiras mais poderosas que a criança tem à disposição para aprender. Ela se diverte ao ouvir os sons das cordas de um violão, pressiona interruptores e observa o efeito, aperta e morde para examinar a textura de um boneco de plástico, uma chupeta ou qualquer outro item a que tenha acesso. Todas estas atividades podem dar a impressão de que, para adquirir saberes, basta o contato direto com o objeto de conhecimento. Na realidade, boa parte das relações entre o indivíduo e seu entorno não ocorre diretamente. Para levar a água à boca, a criança utiliza um copo. Para alcançar um brinquedo em cima da mesa, apoia-se num banquinho. Em todos esses casos, um elo intermediário se interpõe entre o ser humano e o mundo.

Lev Vygotsky (1998) dedicou espaço a estudar esses filtros entre o organismo e o meio. Com a noção de mediação, ou aprendizagem mediada, o pesquisador mostrou a importância deles para o desenvolvimento dos chamados processos mentais superiores: planejar ações, conceber consequências para uma decisão, imaginar objetos, etc.

Tais mecanismos psicológicos distinguem o homem dos outros animais e são essenciais na aquisição de conhecimentos. Vygotsky demonstrou essa característica referindo-se a diversos experimentos realizados com animais. Num deles, um macaco conseguia pegar uma banana no alto de uma jaula se visse um caixote no mesmo

ambiente. No entanto, se não houvesse o caixote, o símio nem sequer cogitaria buscar outro objeto que o aproximasse de seu objetivo. O ser humano, por outro lado, agiria de forma diferente. Enquanto o macaco precisa ver o instrumento, o ser humano consegue imaginá-lo ou conceber outro com a mesma função (LEV VYGOTSKY, 1998).

3.2. Elementos mediadores: os instrumentos e os signos.

O exemplo também é útil para distinguir os dois tipos de elementos mediadores propostos por Vygotsky. O primeiro elemento mediador se refere ao instrumento que se interpõe entre o homem e o mundo, o qual permite uma intervenção na natureza, por exemplo o machado permite um corte mais afiado e preciso, uma vasilha facilita o armazenamento de água. O homem guarda instrumentos para o futuro, inventa novos e deixa instruções para que outros os fabriquem.

O segundo elemento mediador é exclusivamente humano. Signo é qualquer objeto, forma ou fenômeno que representa algo diferente de si mesmo. A linguagem, por exemplo, é toda composta de signos: a palavra cadeira remete ao objeto concreto cadeira.

A linguagem, por exemplo, é toda composta de signos: a palavra mesa remete ao objeto concreto: mesa. Qualquer pessoa que estiver lendo este texto certamente poderá imaginar uma instantaneamente sem a necessidade de vê-la. Para o homem, a capacidade de construir representações mentais que substituam os objetos do mundo real é um traço evolutivo importante: Ela possibilita libertar-se do espaço e do tempo presentes, fazer relações mentais na ausência das próprias coisas, fazer planos e ter intenções.

A mesma característica também é fundamental para a aquisição de conhecimentos, pois permite aprender por meio da experiência do outro. Uma criança, por exemplo, não precisa pôr a mão na chama de uma vela para saber que ela queima. Esse conhecimento pode ser adquirido, por exemplo, com o conselho da mãe. Quando o pequeno associa a representação mental da vela à possibilidade de queimadura, ocorre uma internalização do conhecimento e ele já não precisa das advertências maternas para evitar acidentes.

3.3. A interação tem uma função central no processo de internalização.

Para Vygotsky, a interação entre indivíduos tem uma função central no processo de internalização. No livro *A Formação Social da Mente: O Desenvolvimento dos Processos Psicológicos Superiores*, afirma que "o caminho do objeto até a criança e desta até o objeto passa por outra pessoa". Por isso, o conceito de aprendizagem mediada confere um papel privilegiado ao professor.

É evidente que não se adquire conhecimentos apenas com os educadores: na perspectiva da teoria sociocultural desenvolvida por Vygotsky, a aprendizagem é uma atividade conjunta, em que relações colaborativas entre alunos podem e devem ter espaço. Mas o professor é o grande orquestrador de todo o processo. Além de ser o sujeito mais experiente, sua interação tem planejamento e intencionalidade educativos.

É preciso atenção, entretanto, para evitar uma deturpação no que diz respeito à aplicação prática da ideia de mediação. Por acreditarem que o aprendizado se dá apenas na relação entre indivíduos, alguns educadores apressam-se em organizar aulas em que todas as atividades são realizadas em grupo. Trata-se de um entendimento incorreto do conceito: não é porque a aquisição de conhecimentos ocorre, sobretudo, nas interações que estar sempre em contato com o outro é uma prerrogativa essencial às aulas. Os momentos de internalização são essenciais para consolidar o aprendizado. Eles são individuais e reflexivos por definição e precisam ser considerados na rotina das aulas.

Para Vygotsky o aprendizado escolar se diferencia no desenvolvimento da criança, pois o primeiro trata de conhecimentos sistematizados, principalmente conhecimentos científicos. Entretanto, destaca que o aprendizado se inicia muito antes da criança entrar para a escola.

Ele dá uma atenção especial à educação, por considerar que a mesma possibilita desenvolver modalidades de pensamento bastante específicas, possuindo um papel diferente e insubstituível, na apropriação pelo sujeito da experiência culturalmente acumulada. Acredita que a escola tem um papel essencial na construção do ser psicológico e racional. É o lugar onde a intervenção pedagógica intencional desencadeia o processo ensino e aprendizagem. Daí a necessidade de refletirmos sobre a relevância que a escola exerce no desenvolvimento cognitivo do aluno.

De acordo com Vygotsky, todo e qualquer processo de aprendizagem é ensino-aprendizagem, incluindo aquele que aprende aquele que ensina e a relação entre eles.

3.4. Zona de desenvolvimento proximal.

Vygotsky destaca que o “bom aprendiz” é aquele que está à frente do desenvolvimento. Para ele, a escola deve guiar o ensino não para etapas intelectuais já atingidas pelo aluno, mas, sim, para estágios de desenvolvimento ainda não incorporados pelos alunos, funcionando como um incentivador de novas conquistas psicológicas. Nesse sentido, a aplicação da Zona de Desenvolvimento Proximal contribuirá para que os educadores tenham uma compreensão mais ampla sobre o desenvolvimento intelectual do aluno, possibilitando planejar de forma mais eficaz o futuro imediato deste, bem como o seu estado dinâmico de desenvolvimento.

Desta forma, o docente tem a função de organizar o ambiente de ensino e mediar o processo de aprendizagem impulsionando o desenvolvimento do aluno. É necessário que o professor afine bastante a sensibilidade para obter informações fundamentais sobre o que é preciso para o apoio educativo, e tais informações podem ser obtidas através da criação de zona de desenvolvimento proximal e da participação direta do aluno nas aulas.

A Zona de Desenvolvimento Proximal é de cunho dinâmico e complexo, apresentando restrições diversificadas de indivíduo para indivíduo em relação a diferentes âmbitos de desenvolvimento, tarefas e conteúdo. É necessário salientar que os alunos são originários de vários meios socioculturais distintos e são herdeiros de toda a evolução genética e cultural a que estão submetidos.

Além do mais, possuem capacidades cognitivas diferentes de apreensão da realidade. Conseqüentemente, a sala de aula dispõe de um corpo discente bastante heterogêneo em que cada um dos alunos tem sua história diversificada. Nesse contexto, existem diversas Zonas de Desenvolvimento Proximal, cada uma conforme aquilo que o aluno já sabe, relacionada aos conteúdos escolares determinados, em vista disso, não é uma zona estática, na qual apenas um método pode ser utilizado.

Vygotsky entende que, apesar de não descartar a possibilidade de que exista momentos em que a imitação se torne meramente um fazer mecânico, a atividade imitativa envolve não só a aplicação das capacidades próprias do aprendiz, mas também uma atividade mental de interpretação e significação das ações que estão

sendo realizadas. Em outras palavras, é a reconstrução interna, por parte do indivíduo, daquilo que ele observa, nos outros, ao executar ações que estão além de suas próprias capacidades, constituindo-se num dos possíveis caminhos para o aprendizado.

Vygotsky ressalta, também, que os animais não têm a capacidade de aprendizado, no sentido humano do termo, nem de desenvolver seu intelecto, pois não possuem Zona de Desenvolvimento Proximal. Assim, utilizou outro exemplo para esclarecer que, só é possível a imitação de ações que estão dentro da Zona de Desenvolvimento Proximal do sujeito. Então, é importante a mediação do professor, pois quando o aluno não consegue realizar determinada atividade, sozinho, ele consegue com a ajuda de alguém mais experiente. Neste caso temos presente o seu nível de desenvolvimento proximal.

Vygotsky destaca a unicidade cognitiva do processo de aquisição de conceitos.

O desenvolvimento dos conceitos espontâneos e científicos cabe pressupor, são processos intimamente interligados, que exercem influências um sobre o outro. [...] independentemente de falarmos do desenvolvimento dos conceitos espontâneos ou científicos, trata-se do desenvolvimento de um processo único de formação de conceitos, que se realiza sob diferentes condições internas e externas, mas continua indiviso por sua natureza e não se constitui da luta, do conflito e do antagonismo de duas formas de pensamento que desde o início se excluem.

As aulas experimentais de Física, apesar de fundamentar-se em conceitos científicos, buscam ênfase no elemento real, no que pode ser observado, e, sobretudo, na possibilidade de simular na sala de aula a realidade informal vivida pelo aluno, fora do ambiente escolar.

Assim, as aulas experimentais quando pedagogicamente bem orientadas, e com boa interação aluno-professor e aluno-aluno, de certa forma simula a experiência que o aluno adquire fora do ambiente escolar, enriquece e fortalece conhecimentos espontâneos que estão relacionados a tais atividades, auxiliando na aprendizagem e formação dos conceitos científicos.

Baseado no exposto, os alicerces desta dissertação serão fincados na teoria de Vygotsky, já que sua filosofia apresenta subsídios teóricos de apoio e incentivo ao processo experimental praticado pelo professor com seus alunos, dentro da zona de desenvolvimento proximal.

O brinquedo é um artefato que permite que o aluno se conecte a Física, em um contexto cotidiano (que é mais próximo a sua realidade), com a esfera conceitual abstrata da Física onde ele apresenta maior dificuldade, ou seja, ocorre a mediação

que é estudada na psicologia histórico-social de Vygotsky, e que tem como base o conhecimento e a aprendizagem significativa dos conteúdos das ciências naturais onde se incluem os conhecimentos em Física.

4. OBJETIVOS.

O presente trabalho propõe o Ensino das três Leis de Newton estabelecendo um paralelo entre dois processos de ensino e aprendizagem, o primeiro com aulas teóricas expositivas com aulas teóricas de reforço e o segundo com aulas teóricas expositivas acrescidas de atividades experimentais com o uso de brinquedos presentes no cotidiano dos alunos, permitindo aos mesmos compreender e interpretar a Física nas diversas situações da vida vindo a apreender de forma mais concreta, objetiva, prazerosa e duradoura as três Leis de Newton. Também, procurou-se: a) relacionar os brinquedos com a disciplina de Física; b) verificar se os brinquedos são recursos capazes de trabalhar conceitos Físicos; c) averiguar se de fato, um determinado grupo de estudantes aprende com o auxílio de brinquedos. Como justificativa de tal pesquisa, visamos diminuir as dificuldades que os estudantes encontram em aprender Física no Ensino Médio.

Esse objetivo principal se desdobra nos seguintes objetivos específicos:

Foco nos processos envolvendo abordagens das três Leis de Newton, através das seguintes estratégias:

- Preparação de aulas teóricas expositivas (método tradicional).
- Experimentação com a utilização de brinquedos:
 - Skates.
 - Bolinhas de gude.
 - Carrinho foguete.
 - Carrinho a elástico.
 - Discos flutuantes.
 - Carrinhos simples de brinquedo.
 - Carrinhos montados com LEGO EDUCATION.
 - Barco a vapor.
 - Experimento da moeda, papel e copo.
- Comparação entre as duas abordagens: aulas teóricas tradicionais e aulas teóricas tradicionais acrescidas de aulas experimentais com brinquedos.

5. PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS.

Conduziu-se uma pesquisa experimental baseada na utilização de brinquedos que interpretem conceitos Físicos sobre as três Leis de Newton. E assim, se reproduziram os conceitos ligados à inércia, força, velocidade, aceleração, deslocamento, e todos os fenômenos que fundamentam as três Leis de Newton. A aplicação constou de reunir amostras com estudantes, de ambos os sexos, alunos regularmente matriculados no primeiro ano do Ensino Médio da rede pública estadual, que com frequência, realizam visitas técnicas ao Centro de Ciências da Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG, Unidade de Passos, MG.

No primeiro momento foram ministradas aulas teóricas tradicionais sobre as três Leis de Newton para todos os alunos presentes.

No segundo momento foi aplicado um teste pós aula teórica tradicional aos alunos, com o intuito de visualizar as dificuldades de aprendizado nos conteúdos apresentados.

No terceiro momento, após o teste, os alunos são divididos em dois grupos (com a mesma quantidade de alunos em cada um): grupo experimental que participa da metodologia com o uso dos brinquedos e grupo controle que participa de aula teórica tradicional (lousa e giz) de reforço ministrada pelos monitores (alunos de graduação da UEMG) sobre as três Leis de Newton. Para o Grupo experimental, são propostas atividades, envolvendo nove brinquedos (skates, bolinhas de gude, carrinho foguete, carrinho a elástico, discos flutuantes, carrinhos simples de brinquedo, carrinhos montados com LEGO Education, barco a vapor e o experimento do papel, copo e moeda), para que os alunos possam contextualizar as três Leis de Newton aos brinquedos. Assim, o desempenho do grupo controle serve de parâmetro para a comparação com o desempenho do grupo experimental.

No quarto momento é aplicado um pós-teste aos dois grupos contendo questões de múltipla escolha, tendo o intuito de comparar os alunos do grupo experimental com os alunos do grupo de controle, em relação a absorção dos conceitos relativos as três Leis de Newton.

No quinto momento houve uma avaliação da metodologia aplicada apenas no grupo experimental, no qual cada estudante escreve a próprio punho um pequeno relato sobre o grau de satisfação e absorção dos conhecimentos com o uso dos brinquedos que foram utilizados no estudo das Leis de Newton.

O objetivo é de que o grupo experimental associe de forma cognitiva, os brinquedos a experimentos científicos sobre as Leis de Newton (o lúdico criando e reforçando a Ciência) e também de acordo com a zona de desenvolvimento proximal pertencente a Teoria Sociocultural de Vygotsky (1998), ocorra o processo de mediação entre professor-alunos e alunos-alunos, a partir do contato direto e concreto com os objetos lúdico-científicos. Essa parte experimental deverá acontecer após terem ocorrido as aulas teóricas sobre as Leis de Newton, que acabam mantendo uma distância entre o professor (que se limita a transmitir conceitos, definições, fórmulas e exercícios, dentro da abstração da Física), e os alunos (que só ouvem e tentam acompanhar o raciocínio do interlocutor), promovendo assim um reforço conceitual, e uma melhoria no processo de ensino e aprendizagem das Leis de Newton.

6. RESULTADOS

As aulas experimentais quando pedagogicamente bem orientadas, e com boa interação do que pode ser observado com a experiência que o aluno adquire fora do ambiente escolar, enriquece e fortalece conhecimentos espontâneos que estão relacionados a tais atividades, auxiliando na aprendizagem e formação dos conceitos científicos.

6.1. Produto como objeto educacional.

O produto deste trabalho é concebido como parte integrante da dissertação a ser apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), da Sociedade Brasileira de Física (SBF), do Polo da Universidade Federal de Alfenas, Minas Gerais (UNIFAL-MG). É constituído de experimentos que abordam os conceitos das Leis de Newton perpassando pela definição e fórmulas das grandezas explanadas em aula teórica tradicional e constituindo-se num processo de montagem onde os elementos lúdicos (brinquedos) são mostrados aos alunos sob uma nova perspectiva, não sendo somente elementos de brincadeiras infantis, mas sim, elementos constituintes de experimentos científicos, aonde através do lúdico chegam-se aos importantes conceitos que regem a natureza, em destaque, as Leis de Newton.

É mostrado a construção e uso do aparato experimental com os elementos necessários para a execução das percepções das grandezas e conceitos físicos referentes à dinâmica que é um importante conteúdo da mecânica clássica, suas finalidades, bem como o processo de montagem e o princípio de funcionamento do mesmo. O material utilizado na experimentação é de fácil aquisição. O produto visa à participação interativa dos discentes no intuito de estimular, instigar, provocar os participantes do grupo experimental (que realizou os experimentos) e no terceiro momento incluindo aqueles do grupo não participantes da atividade experimental (grupo teórico), servindo como instrumento facilitador da mediação do professor no processo de ensino e aprendizagem dos conceitos físicos pretendidos (as aplicações das Leis de Newton), até então, vistos teoricamente de forma abstrata.

6.2. Produto.

6.2.1. Detalhamento e objetivo de cada produto.

6.2.1.1. Skates – Para muitos alunos, este brinquedo é parte do seu cotidiano. No procedimento experimental os skates são bastante flexíveis e criam situações esclarecedoras sobre as leis de Newton. Podendo ser usado para a aplicação das três Leis de Newton, onde dois alunos podem demonstrar a terceira quando se puxam ou empurram, quando estão parados sobre o skate num plano horizontal e não impulsionam o chão permanecem em repouso configurando a primeira Lei de Newton, e ao aplicar uma força com o pé sobre o piso, aparece a aceleração que é diretamente proporcional a força aplicada e inversamente proporcional a massa do aluno, além de ao empurrar o solo, o solo devolve o empurrão sob a forma de impulso, através do atrito entre o pé do aluno e o solo, configurando a terceira Lei de Newton.

6.2.1.2. Bolinhas de gude – Um grande segmento de alunos brinca cotidianamente com este brinquedo, fazendo parte de seu entretenimento diário. No procedimento experimental as bolinhas de gude são bastante eficientes para demonstrar as leis Newton do movimento, criando situações esclarecedoras sobre as mesmas.

1ª Lei – Lei da Inércia: Se nenhuma força for aplicada as bolinhas de gude elas permanecem em repouso, provando que o somatório das forças aplicadas sobre elas é nulo.

2ª Lei – Lei do Movimento: Se uma força for aplicada a uma bolinha de gude ela entra em movimento uniformemente acelerado, e sua aceleração será proporcional à massa da bolinha de gude e a força aplicada (ou impulso) sobre essa massa, provando que para vencer a inércia e provocar movimento (aceleração) uma força diferente de zero deve ser aplicada sobre a bolinha de gude, além de provar que força é a interação entre dois corpos (a mão do aluno e a bolinha de gude).

3ª Lei – Lei da Ação e Reação: Ao provocar uma colisão entre duas bolinhas de gude estando as duas em movimentos contrários ou uma em movimento e a outra em repouso, verifica-se que após a colisão que as bolinhas de gude se movimentam na mesma direção, mas em sentidos opostos, comprovando a 3ª Lei de Newton.

6.2.1.3. Carrinhos foguete - O uso de carrinho usando um balão como propulsor a ar é uma metodologia experimental lúdica para discutir as Leis de Newton em sala de aula e sua construção é fácil e gera empolgação e interesse nos alunos

envolvidos. A abordagem principal é descrever como o carrinho pode ser usado para introduzir os conceitos de inércia, força e as Leis de Newton.

1ª Lei – Lei da Inércia: Se não liberarmos o ar contido no balão do carrinho foguete ele permanece em repouso, provando que o somatório das forças aplicadas sobre ele é nulo.

2ª Lei – Lei do Movimento: Se liberarmos o ar contido no balão do carrinho foguete ele entra em movimento uniformemente acelerado, e sua aceleração será proporcional à massa do carrinho foguete e a quantidade de ar (pressão) dentro do balão, que corresponderá à força aplicada (ou impulso) sobre carrinho foguete, se colocar mais ar dentro do balão, verificaremos que ele atingirá maiores distâncias em relação ao ponto de partida, provando que quanto maior a força (impulso) maior será a sua aceleração e conseqüentemente o seu alcance.

3ª Lei – Lei da Ação e Reação: Ao liberar o ar que está comprimido dentro do balão ele escapa do balão sob a forma de um jato de ar, com pressão superior a pressão atmosférica, fazendo com que esta atue como um corpo parado, com isso o conjunto balão-carrinho é impulsionado no sentido contrário ao jato de ar liberado, entrando em movimento uniformemente acelerado, ou seja, adquirindo aceleração.

6.2.1.4. Carrinho a elástico e carretel - O uso de carrinho a corda usando um carretel de madeira é uma metodologia experimental lúdica para discutir as Leis de Newton em sala de aula e sua construção é fácil e gera empolgação e interesse nos alunos envolvidos. A abordagem principal é descrever como o carrinho pode ser usado para introduzir os conceitos de inércia, força e as Leis de Newton.

1ª Lei – Lei da Inércia: Se não liberarmos o carrinho, ou não girarmos o palito fazendo com a energia potencial se acumule no elástico, ele permanece em repouso, provando que o somatório das forças aplicadas sobre ele é nulo.

2ª Lei – Lei do Movimento: Se liberarmos o carrinho ele entra em movimento uniformemente acelerado, e sua aceleração será proporcional à massa do carrinho e a quantidade de voltas dadas no palito, que é à força elástica aplicada (ou impulso) sobre palito, que transfere para o carretel e o impulsiona para frente. Verificaremos que se aumentarmos o número de voltas no palito propulsor, maiores serão as distâncias alcançadas em relação ao ponto de partida, provando que quanto maior a força (impulso) maior será a sua aceleração e conseqüentemente o seu alcance.

3ª Lei – Lei da Ação e Reação: Após termos girado algumas vezes o palito propulsor, colocamos o carrinho no piso e quando o liberamos, constatamos que o palito propulsor fica estático encostado no chão, e devido a isso, o palito transfere a força de rotação para o carretel, que por sua vez gira empurrando o piso para trás, fazendo com que surja a força de atrito estático entre o carretel e o piso, força esta que devolve o empurrão, impulsionando o carrinho para frente.

6.2.1.5. Discos Flutuantes - O Princípio da Inércia, ou Primeira Lei de Newton, diz que "um objeto tende sempre a manter o seu estado de movimento, este podendo também ser o de repouso, se não houver a ação de forças externas". E o atrito, ou melhor, as forças de atrito, são na maioria dos casos, as responsáveis pelo fato de que não se observa comumente um objeto se deslocando continuamente sem a ação de outra força propulsora.

Este experimento serve para mostrar que quando posto em movimento, um objeto desloca-se por distâncias maiores se são removidas fontes de atrito. Quanto menor o atrito, maior será a distância percorrida. Se removermos todas as fontes de atrito, então é plausível que o objeto se desloque para sempre.

3ª Lei - Ao liberarmos o balão, desenrolando o seu bico, a pressão exercida pelas paredes do balão faz com que o ar escape. Esse ar passa pelo furo feito na rolha de cortiça e passa por baixo do CD, formando uma fina camada que circula entre o CD e a superfície, evidenciando o princípio da ação e reação.

2ª Lei - Essa camada de ar faz com que o CD flutue e, com isso, o atrito diminua suficientemente para que o CD deslize facilmente sobre a mesa. Com um pequeno impulso no disco ele pode se deslocar por uma longa distância. O atrito é minimizado quando há uma camada de ar entre o CD e a superfície.

1ª Lei - Porém, quando o ar para de circular entre o CD e a mesa, este imediatamente para de flutuar, porque o somatório das forças que atuam sobre o CD é nulo.

6.2.1.6. Carrinhos de brinquedo – O carrinho de brinquedo é um objeto de diversão amplamente utilizado pelas crianças, independente do gênero. Esse brinquedo permite a observação de vários fenômenos físicos ligados à mecânica como: impulsão (força), inércia, energia potencial, energia cinética, movimento,

velocidade, aceleração, desaceleração, atrito, distância percorrida, tempo, entre outros.

1ª Lei – Lei da Inércia: Se nenhuma força for aplicada aos carrinhos eles permanecem em repouso, provando que o somatório das forças aplicadas sobre elas é nulo. Se colocarmos um boneco solto (com atrito estático muito baixo) sobre eles, ao darmos impulso o carrinho segue e o boneco permanece estático no mesmo ponto e cai do carrinho, atestando que um corpo que está em repouso tende a permanecer em repouso. Da mesma forma que colocarmos o boneco solto dentro da caçamba do carrinho e impulsionarmos o carrinho contra um obstáculo em repouso, o carrinho para instantaneamente, mas o boneco continua com o mesmo movimento que estava o carrinho um instante antes da colisão e assim é projetado para a frente, atestando que um corpo em movimento tende a permanecer em movimento.

2ª Lei – Lei do Movimento: Se uma força for aplicada a um carrinho ele entra em movimento uniformemente acelerado, e sua aceleração será proporcional à sua massa e a força aplicada (ou impulso) sobre essa massa, provando que para vencer a inércia e provocar movimento (aceleração) uma força diferente de zero deve ser aplicada sobre o carrinho, além de provar que força é a interação entre dois corpos (a mão do aluno e o carrinho).

3ª Lei – Lei da Ação e Reação: Ao provocar uma colisão entre dois carrinhos estando os dois em movimentos contrários ou um em movimento e o outro em repouso, verifica-se que após a colisão que os carrinhos se movimentam na mesma direção, mas em sentidos opostos, comprovando a 3ª Lei de Newton.

6.2.1.7. Carrinhos montados com LEGO Education – fazem parte da infância da imensa maioria dos alunos que desde 2 anos de idade tem contato com o brinquedo LEGO de montar e neste particular, assim como os carrinhos simples de brinquedo, permitem a observação de vários fenômenos físicos ligados à mecânica como: impulsão (força), inércia, energia potencial, energia cinética, movimento, velocidade, aceleração, desaceleração, atrito, distância percorrida, tempo, entre outros.

1ª Lei – Lei da Inércia: Se nenhuma força for aplicada aos carrinhos eles permanecem em repouso, provando que o somatório das forças aplicadas sobre elas é nulo. Se colocarmos um boneco solto (com atrito estático muito baixo) sobre eles, ao darmos impulso o carrinho segue e o boneco permanece estático no mesmo ponto

e cai do carrinho, atestando que um corpo que está em repouso tende a permanecer em repouso. Da mesma forma que colocarmos o boneco solto dentro da caçamba do carrinho e impulsionarmos o carrinho contra um obstáculo em repouso, o carrinho para instantaneamente, mas o boneco continua com o mesmo movimento que estava o carrinho um instante antes da colisão e assim é projetado para frente, atestando que um corpo em movimento tende a permanecer em movimento.

2ª Lei – Lei do Movimento: Se uma força for aplicada a um carrinho ele entra em movimento uniformemente acelerado, e sua aceleração será proporcional à sua massa e a força aplicada (ou impulso) sobre essa massa, provando que para vencer a inércia e provocar movimento (aceleração) uma força diferente de zero deve ser aplicada sobre o carrinho, além de provar que força é a interação entre dois corpos (a mão do aluno e o carrinho).

3ª Lei – Lei da Ação e Reação: Ao provocar uma colisão entre dois carrinhos estando os dois em movimentos contrários ou um em movimento e o outro em repouso, verifica-se que após a colisão que os carrinhos se movimentam na mesma direção, mas em sentidos opostos, comprovando a 3ª Lei de Newton.

6.2.1.8. Barco a vapor – estimula a criatividade e realça o cognitivo dos alunos ao perceberem que o funcionamento do mesmo se baseia no princípio da ação e reação advindo das leis da termodinâmica.

1ª Lei – Lei da Inércia: Se não acendermos a vela ou se não enchermos os canudinhos com água o barquinho não produz o jato de vapor, assim ele permanece em repouso, provando que o somatório das forças aplicadas sobre ele é nulo.

2ª Lei – Lei do Movimento: Se acendermos a vela e enchermos os canudinhos com água o barquinho produz o jato de vapor, assim ele não mais permanece em repouso, entrando em movimento uniformemente acelerado, e sua aceleração será proporcional à sua massa e a quantidade de jato de vapor (pressão) no interior do alumínio, que corresponderá à força aplicada (ou impulso) sobre carrinho foguete, se colocar outro sistema tanque de alumínio-canudinhos será duplicado o jato de vapor, aumentando sua velocidade e sua aceleração.

3ª Lei – Lei da Ação e Reação: Ao liberar o vapor que está comprimido dentro do recipiente de alumínio escapa através dos canudinhos sob a forma de um jato de vapor, com pressão superior a pressão atmosférica, fazendo com que esta atue como um corpo parado, com isso o barquinho é impulsionado no sentido contrário ao jato

de vapor liberado, entrando em movimento uniformemente acelerado, ou seja, adquirindo aceleração.

6.2.1.9. Experimento da moeda, papel e copo – os mágicos atribuem ao mundo do desconhecido, dos segredos e mistérios da magia, a mágica de puxar toalhas de mesa sem que copos, pratos e talheres saiam do lugar, permanecendo inertes enquanto a toalha escorrega sob eles, mas na verdade o que acontece é um fenômeno simples que pode ser demonstrado com esse experimento também simples que se baseia no princípio de inércia.

2ª Lei – para que a “mágica” aconteça é necessário aplicar uma força no papel (um puxão), fazendo com que o mesmo adquira uma aceleração entrando em movimento retilíneo.

3ª Lei – mesmo a moeda tendo um deslocando mínimo, quase imperceptível, ela oferece uma força de reação a força que o papel exerce sob ela, através do atrito.

1ª Lei – Como o atrito entre a moeda e a folha é mínimo, devido à alta velocidade imprimida no papel devido à força aplicada (puxão), ela permanecerá em repouso, provando que a resultante das forças sobre ela é nula.

6.2.2. Produto Final.

Nesta dissertação está montada uma sequência didática, na forma de guia para o professor utilizar em sala de aula, além dos roteiros das aulas, deixamos também orientações para elaboração dos experimentos, orientações para a montagem e relacionando as Leis de Newton com as atividades propostas e desenvolvidas, possibilitando assim, explicações utilizando o lúdico para descrever a ciência relacionada às Leis de Newton.

6.3. Aplicação do produto

Após os procedimentos previstos no primeiro e segundo momentos descritos no item cinco e antes de iniciar cada um dos experimentos propostos abaixo, deve ser elaborada uma sequência de ensino investigativa (SEI), através de questionamentos teóricos sobre cada experimento a ser realizado com aquele determinado brinquedo, anotando todas as respostas dadas na lousa, para após cada experimento realizado possa haver a comparação entre as respostas obtidas através do experimento com

aquelas reservadas na lousa, discutindo e comparando os resultados, priorizando e aprofundando o entendimento dos conceitos físicos envolvidos.

6.4. Aplicação do produto a alunos de Escolas Públicas Estaduais A, B, C e D.

6.4.1. Introdução

Amostras de dezesseis estudantes, de ambos os sexos, alunos regularmente matriculados no primeiro ano do ensino médio de quatro Escolas Públicas Estaduais designadas por: A, B, C e D (nomes fictícios), situadas no entorno da microrregião de Passos, Minas Gerais, se deslocaram, entre o final do mês de maio e início do mês de junho de dois mil e dezoito, junto com dois de seus professores para o Centro de Ciências da Universidade do Estado de Minas Gerais, Unidade de Passos, MG (UEMG - Passos), para participarem, de forma voluntária, do experimento relacionado ao uso de brinquedos como produto experimental de apoio ao referencial teórico tradicional, do ensino de Física, especificamente as três Leis de Newton.

As aulas sobre as três Leis de Newton ainda não haviam sido ministradas a estes alunos por seus professores em suas respectivas escolas.

Dentro da proposta prevista no item número cinco, está destacada a turma da Escola Pública Estadual A, pois se situou na média das análises e avaliações feitas, servindo de parâmetro para as outras três. A maior relevância para o estudo proposto, vem justamente do fato de todos os alunos das quatro escolas, não terem conhecimento prévio das Leis de Newton.

Assim seguindo o cronograma de atividades proposto no referido item cinco:

6.4.2. Etapa 1

No primeiro momento, foram ministradas aulas teóricas dialógicas, com projeção de slides digitais, sobre as três Leis de Newton para os dezesseis alunos presentes.

6.4.3. Etapa 2

No segundo momento, imediatamente após o término aulas teóricas, foi aplicado aos alunos, um teste pós-aula-teórica, composto por oito questões fechadas (múltipla escolha), com o intuito de se visualizar as dificuldades do aprendizado nos conteúdos teóricos apresentados.

São apresentadas a partir da próxima página as oito questões do teste pós-aula-teórica, aplicadas a todos os dezesseis alunos da Escola Pública Estadual A, com as respectivas tabelas e gráfico com os resultados percentuais.

1ª Questão: Um veículo segue em uma estrada horizontal e retilínea e o seu velocímetro registra um valor constante. Referindo-se a essa situação, assinale (V) para as afirmativas verdadeiras ou (F) para as falsas.

() A aceleração do veículo é nula.

() A resultante das forças que atuam sobre o veículo é nula.

() A força resultante que atua sobre o veículo tem o mesmo sentido do vetor velocidade.

A sequência correta encontrada é

a. () V F F.

b. () F V F.

c. () V V F.

d. () V F V.

Tabela 01 – Resultado individual da 1ª questão do teste pós-aula teórica

Aluno	Resposta Assinalada	Gabarito	Aluno	Resposta Assinalada	Gabarito
A – 1	D	C	A – 9	C	C
A – 2	C	C	A – 10	D	C
A – 3	B	C	A – 11	B	C
A – 4	B	C	A – 12	B	C
A – 5	D	C	A – 13	D	C
A – 6	A	C	A – 14	D	C
A – 7	C	C	A – 15	D	C
A – 8	B	C	A – 16	B	C

Fonte: o autor

Tabela 02 – Resultado geral da 1ª questão do teste pós-aula teórica

Alternativa da questão	Quantidade alunos em cada alternativa	Percentual de respostas por questão
A	1	06,2 %
B	6	37,5%
C	3	18,8 %
D	6	37,5 %
Total	16	100,0 %

Fonte: o autor

Na questão um pode-se verificar que os alunos apresentavam um baixo conhecimento, o que se deve a distância entre o professor e o aluno, levando a um pequeno percentual de acertos.

2ª Questão: Marque a alternativa correta a respeito da Terceira lei de Newton.

a. () A força normal é a reação da força peso.

b. () Ação e reação são pares de forças com sentidos iguais e direções opostas.

c. () A força de ação é sempre maior que a reação.

d. () Toda ação corresponde a uma reação de mesma intensidade e sentido.

e. () Toda ação corresponde a uma reação de mesma intensidade, mas sentido oposto.

Tabela 03 – Resultado individual da 2ª questão do teste pós-aula teórica

Aluno	Resposta Assinalada	Gabarito	Aluno	Resposta Assinalada	Gabarito
A – 1	E	E	A – 9	B	E
A – 2	E	E	A – 10	B	E
A – 3	E	E	A – 11	D	E
A – 4	C	E	A – 12	B	E
A – 5	E	E	A – 13	B	E
A – 6	B	E	A – 14	C	E
A – 7	A	E	A – 15	A	E
A – 8	B	E	A – 16	B	E

Fonte: o autor

Tabela 04 – Resultado geral da 2ª questão do teste pós-aula teórica

Alternativa da questão	Quantidade alunos em cada alternativa	Percentual de respostas por questão
A	2	12,5 %
B	7	43,8%
C	2	12,5 %
D	1	06,2 %
E	4	25,0 %
Total	16	100,0 %

Fonte: o autor

A questão dois apresenta a mesma tendência da questão um, o que demonstra que o conhecimento passa por um estado de maturação.

3ª Questão: (UNESP) As estatísticas indicam que o uso do cinto de segurança deve ser obrigatório para prevenir lesões mais graves em motoristas e passageiros no caso de acidentes. Fisicamente, a função do cinto está relacionada com a:

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

Tabela 05 – Resultado individual da 3ª questão do teste pós-aula teórica

Aluno	Resposta Assinalada	Gabarito	Aluno	Resposta Assinalada	Gabarito
A – 1	A	A	A – 9	A	A
A – 2	A	A	A – 10	A	A
A – 3	A	A	A – 11	A	A
A – 4	A	A	A – 12	A	A
A – 5	A	A	A – 13	A	A
A – 6	B	A	A – 14	A	A
A – 7	A	A	A – 15	A	A
A – 8	A	A	A – 16	A	A

Fonte: o autor

Tabela 06 – Resultado geral da 3ª questão do teste pós-aula teórica

Alternativa da questão	Quantidade alunos em cada alternativa	Percentual de respostas por questão
A	15	93,8 %
B	1	06,2 %
C	0	00,0 %
D	0	00,0 %
E	0	00,0 %
Total	16	100,0 %

Fonte: o autor

A questão três apresentou um índice superior o que se deve a uma provável associação com o cotidiano dos alunos.

4ª Questão: A Terra atrai um pacote de arroz com uma força de 49 N. Pode-se então afirmar que o pacote de arroz:

- atrai a Terra com uma força de 49 N.
- atrai a Terra com uma força menor do que 49 N.
- não exerce força nenhuma sobre a Terra.
- repele a Terra com uma força de 49 N.
- repele a Terra com uma força menor do que 49 N.

Tabela 07 – Resultado individual da 4ª questão do teste pós-aula teórica

Aluno	Resposta Assinalada	Gabarito	Aluno	Resposta Assinalada	Gabarito
A – 1	A	A	A – 9	B	A
A – 2	C	A	A – 10	A	A
A – 3	A	A	A – 11	A	A
A – 4	C	A	A – 12	B	A
A – 5	D	A	A – 13	B	A
A – 6	A	A	A – 14	B	A
A – 7	D	A	A – 15	B	A
A – 8	C	A	A - 16	D	A

Fonte: o autor

Tabela 08 – Resultado geral da 4ª questão do teste pós-aula teórica

Alternativa da questão	Quantidade alunos em cada alternativa	Percentual de respostas por questão
A	5	31,2 %
B	5	31,2 %
C	3	18,8 %
D	3	18,8 %
E	0	00,0 %
Total	16	100,0 %

Fonte: o autor

A questão quatro por exigir um nível de abstração mais acentuado, mostrou uma baixa correlação entre o abstrato e o concreto, o que levou a baixo índice de acertos.

5ª Questão: Numa história em quadrinhos, os personagens fizeram uma viagem de avião e, como não havia assentos, permaneceram de pé e soltos durante toda a viagem. Considerando-se as condições normais, os personagens, nos momentos da decolagem e da aterrissagem, foram deslocados:

a. () no sentido da cauda do avião, na decolagem e no da cabine de comando, na aterrissagem.

b. () no sentido da cabine, na decolagem, e no da cauda do avião, na aterrissagem.

c. () sempre no sentido da cabine do avião.

d. () sempre no sentido contrário ao da cabine de comando.

e. () desceram numa vertical nos dois momentos.

Tabela 09 – Resultado individual da 5ª questão do teste pós-aula teórica

Aluno	Resposta Assinalada	Gabarito	Aluno	Resposta Assinalada	Gabarito
A – 1	A	A	A – 9	D	A
A – 2	D	A	A – 10	A	A
A – 3	A	A	A – 11	A	A
A – 4	A	A	A – 12	A	A
A – 5	A	A	A – 13	D	A
A – 6	A	A	A – 14	C	A
A – 7	B	A	A – 15	B	A
A – 8	E	A	A - 16	A	A

Fonte: o autor

Tabela 10 – Resultado geral da 5ª questão do teste pós-aula teórica

Alternativa da questão	Quantidade alunos em cada alternativa	Percentual de respostas por questão
A	9	56,3 %
B	2	12,5 %
C	1	06,2 %
D	3	18,8 %
E	1	06,2 %
Total	16	100,0 %

Fonte: o autor

A questão acima exige um nível de interpretação de texto superior as demais questões podem-se verificar pelos resultados que ela reflete a dificuldade dos alunos nesta área.

6ª Questão: Uma única força atua sobre uma partícula em movimento. A partir do instante em que cessar a atuação da força, o movimento da partícula será:

- a. retilíneo uniformemente acelerado
- b. circular uniforme.
- c. retilíneo uniforme.
- d. retilíneo uniformemente retardado.
- e. nulo. A partícula para.

Tabela 11 – Resultado individual da 6ª questão do teste pós-aula teórica

Aluno	Resposta Assinalada	Gabarito	Aluno	Resposta Assinalada	Gabarito
A – 1	E	C	A – 9	A	C
A – 2	D	C	A – 10	D	C
A – 3	D	C	A – 11	C	C
A – 4	A	C	A – 12	B	C
A – 5	A	C	A – 13	A	C
A – 6	A	C	A – 14	C	C
A – 7	A	C	A – 15	A	C
A – 8	A	C	A - 16	E	C

Fonte: o autor

Tabela 12 – Resultado geral da 6ª questão do teste pós-aula teórica

Alternativa da questão	Quantidade alunos em cada alternativa	Percentual de respostas por questão
A	8	50,0 %
B	1	06,2 %
C	2	12,5 %
D	3	18,8 %
E	2	12,5 %
Total	16	100,0 %

Fonte: o autor

A questão seis recai na mesma situação das questões um e dois, não conseguindo estabelecer a relação entre a primeira Lei de Newton e o cotidiano dos alunos, não havendo a cognição esperada.

7ª Questão: Para exemplificar pares de forças, segundo o princípio da ação e reação, são apresentadas as seguintes situações:

1. Ação: a Terra atrai os corpos.
Reação: os corpos atraem a Terra.
2. Ação: o pé do atleta chuta a bola.
Reação: a bola adquire velocidade.
3. Ação: o núcleo atômico atrai os elétrons.
Reação: os elétrons movem-se em torno do núcleo.

O par de forças ação-reação está corretamente identificado:

- a. somente na situação 1.
- b. somente na situação 2.
- c. somente na situação 3.
- d. nas situações 2 e 3.
- e. nas situações 2 e 3.

Tabela 13 – Resultado individual da 7ª questão do teste pós-aula teórica

Aluno	Resposta Assinalada	Gabarito	Aluno	Resposta Assinalada	Gabarito
A – 1	E	A	A – 9	D	A
A – 2	D	A	A – 10	B	A
A – 3	B	A	A – 11	B	A
A – 4	D	A	A – 12	D	A
A – 5	D	A	A – 13	B	A
A – 6	A	A	A – 14	B	A
A – 7	D	A	A – 15	B	A
A – 8	B	A	A - 16	D	A

Fonte: o autor

Tabela 14 – Resultado geral da 7ª questão do teste pós-aula teórica

Alternativa da questão	Quantidade alunos em cada alternativa	Percentual de respostas por questão
A	1	06,2 %
B	7	43,8 %
C	0	00,0 %
D	7	43,8 %
E	1	06,2 %
Total	16	100,0 %

Fonte: o autor

A questão sete demanda um conhecimento multidisciplinar envolvendo uma observação da natureza e seus fenômenos. Sendo assim o resultado evidencia uma necessidade de maior investimento das políticas educacionais nesse sentido, visto que tem sido substituída por outras que não acrescentam o conhecimento complementar.

8ª Questão: Abaixo, apresentamos três situações do seu dia-a-dia que devem ser associados com as três leis de Newton.

1. Ao pisar no acelerador do seu carro, o velocímetro pode indicar variações de velocidade.	A) Primeira Lei, ou Lei da Inércia.
2. João machucou o pé ao chutar uma pedra.	B) segunda Lei ($F = m \cdot a$)
3. Ao fazer uma curva ou frear, os passageiros de um ônibus que viajam em pé devem se segurar.	C) Terceira Lei de Newton, ou Lei da Ação e Reação.

A opção que apresenta a sequência de associação correta é:

- a. () A1, B2, C3
- b. () A2, B1, C3
- c. () A2, B3, C1
- d. () A3, B1, C2
- e. () A3, B2, C1

Tabela 15 – Resultado individual da 8ª questão do teste pós-aula teórica

Aluno	Resposta Assinalada	Gabarito	Aluno	Resposta Assinalada	Gabarito
A – 1	A	D	A – 9	D	D
A – 2	A	D	A – 10	D	D
A – 3	D	D	A – 11	E	D
A – 4	C	D	A – 12	E	D
A – 5	E	D	A – 13	A	D
A – 6	B	D	A – 14	B	D
A – 7	A	D	A – 15	C	D
A – 8	E	D	A – 16	C	D

Fonte: o autor

Tabela 16 – Resultado geral da 8ª questão do teste pós-aula teórica

Alternativa da questão	Quantidade alunos em cada alternativa	Percentual de respostas por questão
A	4	25,00 %
B	2	12,50 %
C	3	18,75 %
D	3	18,75 %
E	4	25,00 %
Total	16	100,00 %

Fonte: o autor

A questão oito mostra que os alunos tem dificuldade de associar situações do cotidiano, as Leis de Newton apresentadas na aula teórica. Isso reforça a necessidade de dar sentido a abstração, onde um dos caminhos seria às atividades apresentadas no presente trabalho.

6.4.3.1. Resultado final do teste pós-aula tradicional.

Tabela 17 - Média do teste pós-aula teórica

Aluno	Acertos (x_i)	Notas (\bar{x})
A - 1	4	50,0
A - 2	3	37,5
A - 3	4	50,0
A - 4	2	25,0
A - 5	3	37,5
A - 6	3	37,5
A - 7	2	25,0
A - 8	1	12,5
A - 9	3	37,5
A - 10	4	50,0
A - 11	4	50,0
A - 12	2	25,0
A - 13	1	12,5
A - 14	2	25,0
A - 15	1	12,5
A - 16	2	25,0
Total	$\sum x_i = 41$	$\sum \bar{x} = 512,5$

$\bar{x}_A(\%) = \frac{\sum x_i}{n} \cdot 100\% \rightarrow$ Média aritmética percentual de questões certas (ACERTOS).

$\sum x_i \rightarrow$ Somatório do número de acertos de cada aluno.

$n \rightarrow$ Número de alunos \times Número de questões.

$n = 16 \text{ alunos} \times 8 \text{ questões} \rightarrow n = 128$

$\bar{x}_A(\%) = \frac{\sum x_i}{n} \cdot 100\% = \frac{41}{128} \cdot 100\% \therefore \bar{x}_A(\%) = 32,0 \%$

$\bar{x}_G = \frac{\sum \bar{x}}{n_A} \rightarrow$ Média aritmética de notas obtidas.

$\sum \bar{x} \rightarrow$ Somatório das notas de cada aluno.

$n_A \rightarrow$ Número de alunos.

$\bar{x}_G = \frac{\sum \bar{x}}{n_A} = \frac{512,5}{16} \therefore \bar{x}_G = 32,0$

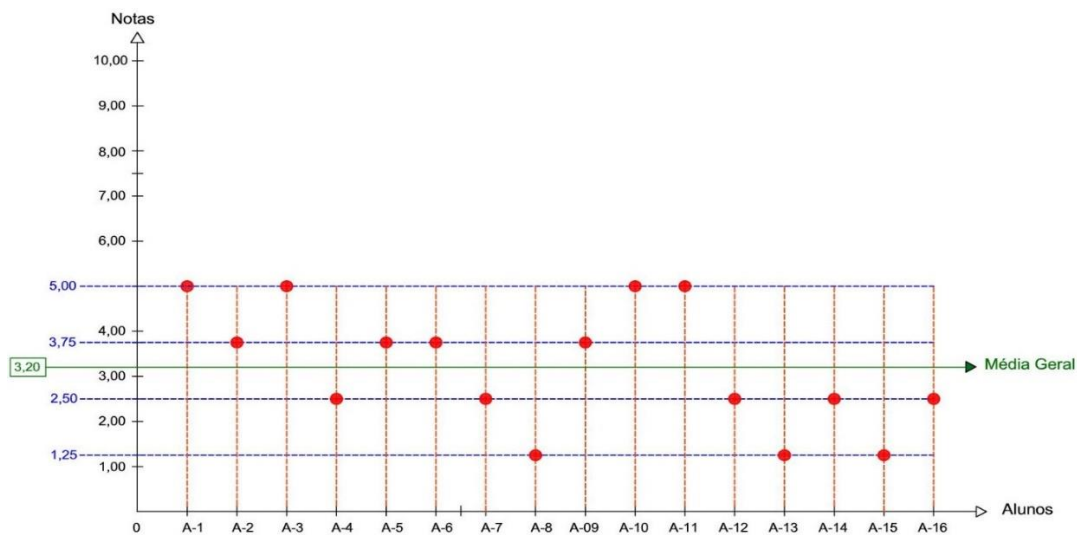


Gráfico da Tabela 17 - Média Coletiva da Turma no Teste Pós-Aula Teórica Tradicional

6.4.3.2. Análise dos dados no teste pós-aula teórica tradicional

De acordo com Vygotsky, os resultados obtidos na aula teórica tradicional, pois a distância entre o professor e os alunos, onde o primeiro se limita a transmitir conceitos, definições, fórmulas e exercícios, dentro da abstração da Física, enquanto os alunos só ouvem e tentam acompanhar o raciocínio do interlocutor, não se traduz em assimilação satisfatória por parte destes, é necessário que o professor use uma metodologia complementar de mediação entre o abstrato e o concreto, que traduza aquilo que ele ensina em algo palpável, atingível e compreensível, que faça parte do cotidiano do aluno e que ele consiga reproduzir no futuro não somente aquele experimento mas explicar também o(s) conceito(s) científico(s) a ele atrelado.

Deste modo, só com as aulas teóricas tradicionais, e sem as atividades experimentais com brinquedos, a média aritmética da turma foi de 3,20 pontos (ou acertos), equivalente a 32% da nota máxima (10,00 pontos). Ficando 28% abaixo da média de aprovação de 60% ou 5 (cinco) questões certas, que é o percentual mínimo para aprovação nas escolas públicas de Ensino Médio. E mesmo os quatro alunos (25% da turma) que obtiveram o melhor desempenho, conseguiram apenas 50% de acertos (4 questões ou 5,00 pontos), já os três alunos (18,75%) que obtiveram o pior desempenho, conseguiram 12,5% de acertos (1 questão ou 1,25 pontos), comprovando dentre o universo de 16 alunos da turma, nem os de melhor rendimento conseguiram alcançar a média mínima de 60% para aprovação nas escolas públicas de Ensino Médio.

6.4.4. Etapa 3

No terceiro momento após o teste pós-aula teórica, os alunos foram divididos em dois grupos (com a mesma quantidade de alunos em cada um): grupo experimental que participa da metodologia com o uso dos brinquedos e grupo controle que participa de aula teórica tradicional (lousa e giz) de reforço ministrada pelos monitores (alunos de graduação da UEMG) sobre as três Leis de Newton.

Para o Grupo experimental, foram propostas atividades, envolvendo nove brinquedos (skates, bolinhas de gude, carrinho foguete, carrinho a elástico, discos flutuantes, carrinhos simples de brinquedo, carrinhos montados com LEGO Education, barco a vela e o experimento do papel, copo e moeda), para que os alunos possam contextualizar as três Leis de Newton aos brinquedos.

Para o Grupo de Controle, foram propostas aulas de reforço na forma tradicional onde os monitores apresentavam questões e auxiliavam os alunos a resolvê-las, sempre mediando essas questões com as Leis de Newton, estabelecendo uma interação teórica entre monitor-aluno.

Assim, o desempenho do grupo controle serviu de parâmetro para a comparação com o desempenho do grupo experimental.

- **1° Experimento: Skates.**



Figura 01: Aplicação do Produto Educacional
Fonte: o autor

- **2° Experimento: Bolinhas de Gude.**



Figura 02: Aplicação do Produto Educacional
Fonte: o autor

- **3° Experimento: Carrinho Foguete.**



Figura 03: Aplicação do Produto Educacional
Fonte: o autor

- **4° Experimento: Carrinho a Elástico e Carretel.**



Figura 04: Aplicação do Produto Educacional
Fonte: o autor

- **5° Experimento: Disco Flutuante.**



Figura 05: Aplicação do Produto Educacional
Fonte: o autor

- **6° Experimento: Carrinhos de Brinquedo.**



Figura 06: Aplicação do Produto Educacional
Fonte: o autor

- **7° Experimento: Carrinhos Montados com LEGO EDUCATION.**

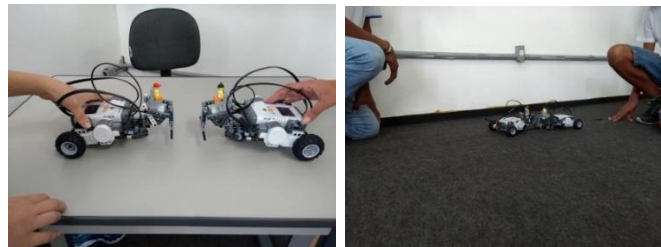


Figura 07: Aplicação do Produto Educacional
Fonte: o autor

- **8° Experimento: Barco a Vapor.**



Figura 08: Aplicação do Produto Educacional
Fonte: o autor

▪ **9º Experimento: Copo, Papel, Moeda.**



Figura 09: Aplicação do Produto Educacional

Fonte: o autor

6.4.5. Etapa 4

No quarto momento aplicação de um pós-teste, aplicado nos dois grupos: grupo experimental (**G-1**) que executou todas as atividades experimentais e grupo de controle (**G-2**) que participou de aulas teóricas (lousa e giz) de reforço com os monitores (alunos) do Centro de Ciências da Universidade do Estado de Minas Gerais, unidade 21, Passos, e não participou de nenhuma atividade experimental, contendo questões de múltipla escolha, tendo como o intuito de averiguar se houve evoluções conceituais e se os alunos são capazes de compreender melhor as leis de Newton.

São apresentadas abaixo as oito questões do teste pós-aula experimental, aplicadas a todos os dezesseis alunos presentes, com as respectivas tabelas com os resultados percentuais.

9ª Questão: 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:

- Terceira Lei de Kepler.
- Segunda Lei de Newton.
- Primeira Lei de Newton.
- Lei de conservação do momento angular.
- Terceira Lei de Newton.

Tabela 18 – Resultado individual da 9ª questão do teste pós-aula experimental

Alunos G-1	Resposta Assinalada	Gabarito	Alunos G-2	Resposta Assinalada	Gabarito
A – 1	C	C	A – 09	A	C
A – 2	C	C	A – 10	A	C
A – 3	C	C	A – 11	D	C
A – 4	C	C	A – 12	C	C
A – 5	C	C	A – 13	E	C
A – 6	C	C	A – 14	B	C
A – 7	B	C	A – 15	B	C
A – 8	E	C	A – 16	E	C

Fonte: o autor

Tabela 19 – Resultado geral do G-1 e G-2 da 9ª questão do teste pós-aula experimental

Alternativa	Percentual G-1	Percentual G-2	G-1 em relação ao G-2
A	00,0 %	25,0 %	-
B	12,5 %	25,0 %	-
C	75,0 %	12,5 %	+ 62,5% de acertos
D	00,0 %	12,5 %	-
E	12,5 %	25,0 %	-
Total	100,0 %	100,0 %	-

Fonte: o autor

10ª Questão: Um corpo sob a ação de uma força constante desenvolve uma trajetória retilínea sobre um plano horizontal sem atrito; cessando de atuar a força:

- a. () o corpo cessa seu movimento.
 b. () o corpo movimenta-se com velocidade constante.
 c. () o corpo movimenta-se com aceleração constante.
 d. () o corpo movimenta-se com aceleração decrescente.
 e. () nenhuma das afirmações acima é correta.

Tabela 20 – Resultado individual da 10ª questão do teste pós-aula experimental

Alunos G-1	Resposta Assinalada	Gabarito	Alunos G-2	Resposta Assinalada	Gabarito
A – 1	B	B	A – 09	C	B
A – 2	B	B	A – 10	A	B
A – 3	B	B	A – 11	B	B
A – 4	C	B	A – 12	C	B
A – 5	C	B	A – 13	B	B
A – 6	B	B	A – 14	D	B
A – 7	D	B	A – 15	D	B
A – 8	B	B	A – 16	D	B

Fonte: o autor

Tabela 21 – Resultado geral do G-1 e G-2 da 10ª questão do teste pós-aula experimental

Alternativa	Percentual G-1	Percentual G-2	G-1 em relação ao G-2
A	00,0 %	12,5 %	-
B	62,5 %	25,0 %	+ 37,5% de acertos
C	25,0 %	25,0 %	-
D	12,5 %	37,5 %	-
E	00,0 %	00,0 %	-
Total	100,0 %	100,0 %	-

Fonte: o autor

11ª Questão: Um operário puxa, numa das extremidades de uma corda grossa presa, na outra extremidade, a um caixote sobre uma mesa. 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. () pela mesa.
 d. () pelo chão.
 e. () pelo caixote.

Tabela 22 – Resultado individual da 11ª questão do teste pós-aula experimental

Alunos G-1	Resposta Assinalada	Gabarito	Alunos G-2	Resposta Assinalada	Gabarito
A – 1	C	E	A – 09	A	E
A – 2	E	E	A – 10	D	E
A – 3	E	E	A – 11	E	E
A – 4	E	E	A – 12	D	E
A – 5	E	E	A – 13	E	E
A – 6	A	E	A – 14	A	E
A – 7	E	E	A – 15	D	E
A – 8	A	E	A – 16	D	E

Fonte: o autor

Tabela 23 – Resultado geral do G-1 e G-2 da 11ª questão do teste pós-aula experimental

Alternativa	Percentual G-1	Percentual G-2	G-1 em relação ao G-2
A	25,0 %	25,0 %	-
B	00,0 %	00,0 %	-
C	12,5 %	00,0 %	-
D	00,0 %	50,0 %	-
E	62,5 %	25,0 %	+ 37,5% de acertos
Total	100,0 %	100,0 %	-

Fonte: o autor

12ª Questão: No arremesso de peso, um atleta, gira um corpo rapidamente, e depois o abandona. Se não houvesse a influência da Terra, a trajetória do corpo após ser abandonado pelo atleta seria:

- circular.
- parabólica.
- uma curva qualquer.
- retilínea.
- espiral.

Tabela 24 – Resultado individual da 12ª questão do teste pós-aula experimental

Alunos G-1	Resposta Assinalada	Gabarito	Alunos G-2	Resposta Assinalada	Gabarito
A – 1	C	D	A – 09	C	D
A – 2	D	D	A – 10	C	D
A – 3	C	D	A – 11	A	D
A – 4	D	D	A – 12	A	D
A – 5	D	D	A – 13	E	D
A – 6	D	D	A – 14	A	D
A – 7	D	D	A – 15	A	D
A – 8	D	D	A – 16	C	D

Fonte: o autor

Tabela 25 – Resultado geral do G-1 e G-2 da 12ª questão do teste pós-aula experimental

Alternativa	Percentual G-1	Percentual G-2	G-1 em relação ao G-2
A	00,0 %	50,0 %	-
B	00,0 %	00,0 %	-
C	25,0 %	37,5 %	-
D	75,0 %	00,0 %	+ 75,0% de acertos
E	00,0 %	12,5 %	-
Total	100,0 %	100,0 %	-

Fonte: o autor

13ª Questão: Todas as alternativas contêm um par de forças ação e reação, exceto:

- a. () A força com que a Terra atrai um tijolo e a força com que o tijolo atrai a Terra.
 b. () A força com que uma pessoa, andando, empurra o chão para trás e a força com que o chão empurra a pessoa para frente.
 c. () A força com que um avião empurra o ar para trás e a força com que o ar empurra o avião para frente.
 d. () A força com que um cavalo puxa uma carroça e a força com que a carroça puxa o cavalo.
 e. () O peso de um corpo colocado sobre uma mesa horizontal e a força normal da mesa sobre ele.

Tabela 26 – Resultado individual da 13ª questão do teste pós-aula experimental

Alunos G-1	Resposta Assinalada	Gabarito	Alunos G-2	Resposta Assinalada	Gabarito
A – 1	E	E	A – 09	B	E
A – 2	E	E	A – 10	C	E
A – 3	E	E	A – 11	D	E
A – 4	E	E	A – 12	D	E
A – 5	E	E	A – 13	E	E
A – 6	E	E	A – 14	A	E
A – 7	E	E	A – 15	D	E
A – 8	E	E	A – 16	E	E

Fonte: o autor

Tabela 27 – Resultado geral do G-1 e G-2 da 13ª questão do teste pós-aula experimental

Alternativa	Percentual G-1	Percentual G-2	G-1 em relação ao G-2
A	00,0 %	12,5 %	-
B	00,0 %	12,5 %	-
C	00,0 %	12,5 %	-
D	00,0 %	37,5 %	-
E	100,0 %	25,0 %	+ 75,0% de acertos
Total	100,0 %	100,0 %	-

Fonte: o autor

14ª Questão: Desde outubro do ano passado, é obrigatório o uso do cinto de segurança no Rio Grande do Sul. Numa freada brusca, a tendência do corpo do motorista ou dos passageiros é permanecer em movimento por:

- a. () ressonância.
 b. () inércia.
 c. () ação e reação.
 d. () atrito.
 e. () gravitação.

Tabela 28 – Resultado individual da 14ª questão do teste pós-aula experimental

Alunos G-1	Resposta Assinalada	Gabarito	Alunos G-2	Resposta Assinalada	Gabarito
A – 1	B	B	A – 09	A	B
A – 2	B	B	A – 10	B	B
A – 3	B	B	A – 11	B	B
A – 4	B	B	A – 12	C	B
A – 5	B	B	A – 13	C	B
A – 6	B	B	A – 14	B	B
A – 7	B	B	A – 15	B	B
A – 8	B	B	A – 16	C	B

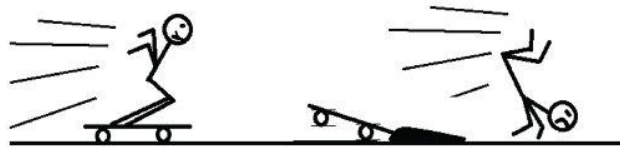
Fonte: o autor

Tabela 29 – Resultado geral do G-1 e G-2 da 14ª questão do teste pós-aula experimental

Alternativa	Percentual G-1	Percentual G-2	G-1 em relação ao G-2
A	00,0 %	12,5 %	-
B	100,0 %	50,0 %	+ 50,0% de acertos
C	00,0 %	37,5 %	-
D	00,0 %	00,0 %	-
E	00,0 %	00,0 %	-
Total	100,0 %	100,0 %	-

Fonte: o autor

15ª Questão: (CEFET-MG) A imagem mostra um garoto sobre um skate em movimento com velocidade constante que, em seguida, choca-se com um obstáculo e cai.



A queda do garoto justifica-se devido à (ao):

- princípio da inércia.
- ação de uma força externa.
- princípio da ação e reação.
- força de atrito exercida pelo obstáculo.
- quantidade de movimento.

Tabela 30 – Resultado individual da 15ª questão do teste pós-aula experimental

Alunos G-1	Resposta Assinalada	Gabarito	Alunos G-2	Resposta Assinalada	Gabarito
A – 1	A	A	A – 09	E	A
A – 2	A	A	A – 10	A	A
A – 3	A	A	A – 11	A	A
A – 4	A	A	A – 12	C	A
A – 5	A	A	A – 13	E	A
A – 6	A	A	A – 14	A	A
A – 7	A	A	A – 15	A	A
A – 8	A	A	A – 16	C	A

Fonte: o autor

Tabela 31 – Resultado geral do G-1 e G-2 da 15ª questão do teste pós-aula experimental

Alternativa	Percentual G-1	Percentual G-2	G-1 em relação ao G-2
A	100,0 %	50,0 %	+ 50,0% de acertos
B	00,0 %	00,0 %	-
C	00,0 %	25,0 %	-
D	00,0 %	00,0 %	-
E	00,0 %	25,0 %	-
Total	100,0 %	100,0 %	-

Fonte: o autor

16ª Questão: Abaixo, apresentamos três situações do seu dia-a-dia que devem ser associados com as três leis de Newton.

- Ao pisar no acelerador do seu carro, o velocímetro pode indicar variações de velocidade.
- João machucou o pé ao chutar uma pedra.
- Ao fazer uma curva ou frear, os passageiros de um ônibus que viajam em pé devem se segurar.

- A) Primeira Lei, ou Lei da Inércia.
 B) Segunda Lei ($F = m \cdot a$).
 C) Terceira Lei de Newton, ou Lei da Ação e Reação.
 A opção que apresenta a sequência de associação correta é:
 a. () A1, B2, C3
 b. () A2, B1, C3
 c. () A2, B3, C1
 d. () A3, B1, C2
 e. () A3, B2, C1

Tabela 32 – Resultado individual da 16ª questão do teste pós-aula experimental

Alunos G-2	Resposta Assinalada	Gabarito	Alunos G-2	Resposta Assinalada	Gabarito
A – 1	E	D	A – 09	D	D
A – 2	D	D	A – 10	A	D
A – 3	D	D	A – 11	B	D
A – 4	D	D	A – 12	C	D
A – 5	D	D	A – 13	C	D
A – 6	D	D	A – 14	D	D
A – 7	E	D	A – 15	A	D
A – 8	D	D	A – 16	C	D

Fonte: o autor

Tabela 33 – Resultado geral do G-1 e G-2 da 16ª questão do teste pós-aula experimental

Alternativa	Percentual G-1	Percentual G-2	G-1 em relação ao G-2
A	00,0 %	25,0 %	-
B	00,0 %	12,5 %	-
C	00,0 %	37,5 %	-
D	75,0 %	25,0 %	+ 50,0% de acertos
E	25,0 %	00,0 %	-
Total	100,0 %	100,0 %	-

Fonte: o autor

As questões acima mostram uma nítida melhoria na relação ensino-aprendizagem dos alunos, devido a um provável ambiente que pode favorecer uma maior interação entre os instrumentos que intermediaram o conhecimento concreto, facilitando o entendimento da abstração dos conceitos expostos.

6.4.5.1. Resultado final do teste pós-aula experimental

Tabela 34 - Média Coletiva do Teste pós-aula grupo experimental (G-1) // grupo controle (G-2).

Alunos G-1	Acertos (x_i)	Notas (\bar{x})	Alunos G-2	Acertos (x_i)	Notas (\bar{x})
A – 1	5	6,25	A – 09	1	1,25
A – 2	8	10,00	A – 10	2	2,50
A – 3	7	8,75	A – 11	4	5,00
A – 4	7	8,75	A – 12	1	1,25
A – 5	7	8,75	A – 13	3	3,75
A – 6	7	8,75	A – 14	3	3,75
A – 7	5	6,25	A – 15	2	2,50
A – 8	6	7,50	A – 16	1	1,25
Total	$(\sum x_i) = 52$	$\sum \bar{x} = 65,00$	Total	$(\sum x_i) = 17$	$\sum \bar{x} = 21,25$

Fonte: o autor

Grupo G-1:

$$\bar{x}_A(\%) = \frac{\sum x_i}{n} \times 100\% \Rightarrow \text{Média Aritmética Percentual de Questões Certas (Acertos).}$$

$\sum x_i \Rightarrow$ Somatório do nº de acertos de cada aluno.

$$n \Rightarrow \text{Número de alunos} \times \text{número de questões} \therefore n = 8 \times 8 \therefore n = 64$$

$$\bar{x}_A(\%) = \frac{\sum x_i}{n} \times 100\% = \frac{52}{64} \therefore \bar{x}_A(\%) = 81,25\%$$

$$\bar{x}_G = \frac{\sum \bar{x}}{n_A} \Rightarrow \text{Média aritmética de notas obtidas.}$$

$\sum \bar{x} \Rightarrow$ Somatório das notas de cada aluno.

$n_A \Rightarrow$ Número de alunos

$$\bar{x}_G = \frac{\sum \bar{x}}{n_A} = \frac{65}{8} \therefore \bar{x}_G = 8,125$$

Grupo G-2:

$$\bar{x}_A(\%) = \frac{\sum x_i}{n} \times 100\% \Rightarrow \text{Média Aritmética Percentual de Questões Certas (Acertos).}$$

$\sum x_i \Rightarrow$ Somatório do nº de acertos de cada aluno.

$$n \Rightarrow \text{Número de alunos} \times \text{número de questões} \therefore n = 8 \times 8 \therefore n = 64$$

$$\bar{x}_A(\%) = \frac{\sum x_i}{n} \times 100\% = \frac{17}{64} \therefore \bar{x}_A(\%) = 26,56\%$$

$$\bar{x}_G = \frac{\sum \bar{x}}{n_A} \Rightarrow \text{Média aritmética de notas obtidas.}$$

$\sum \bar{x} \Rightarrow$ Somatório das notas de cada aluno.

$n_A \Rightarrow$ Número de alunos

$$\bar{x}_G = \frac{\sum \bar{x}}{n_A} = \frac{21,25}{8} \therefore \bar{x}_G = 2,656$$

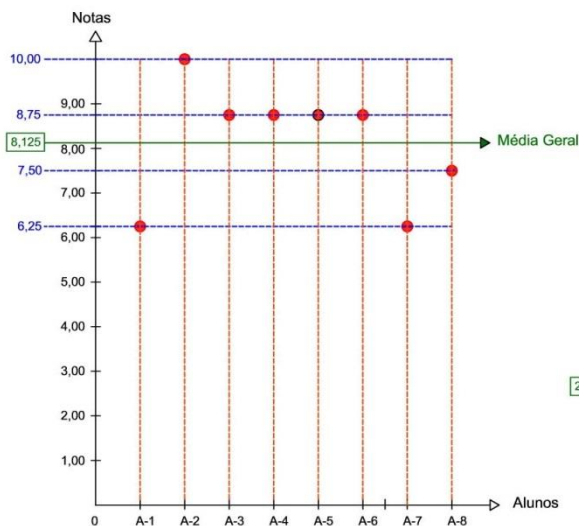


Gráfico da Tabela 34 do Grupo G-1

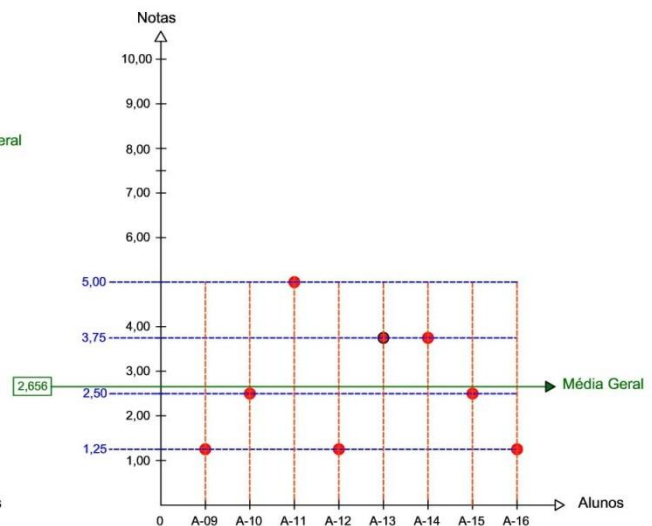


Gráfico da Tabela 34 do Grupo G-2

6.4.5.2. Análise dos dados no teste pós-aula experimental

Comparando o grupo um (G-1) que realizou as atividades experimentais com brinquedos com o grupo dois (G-2) que só recebeu as aulas teóricas tradicionais (grupo de controle), podemos observar e analisar os seguintes resultados:

- A média aritmética do grupo experimental (G-1) foi de 8,125 pontos, equivale a 81,25% da nota máxima (10,00 pontos ou 8 acertos). Ficando 21,25% acima da média de aprovação de 60% ou 5 (cinco) questões certas, que é o percentual mínimo para aprovação nas escolas públicas de Ensino Médio.

- A média aritmética do grupo de controle (G-2) foi de 2,656 pontos, equivale a 26,56% da nota máxima (10,00 pontos ou 8 acertos). Ficando 33,44% abaixo da média de aprovação de 60% ou 5 (cinco) questões certas, que é o percentual mínimo para aprovação nas escolas públicas de Ensino Médio.

- Todos os alunos do grupo experimental (100%) obtiveram notas de aprovação com resultados entre 60 e 100% de acertos (de 5 a 8 questões), comprovando a eficácia do uso da metodologia experimental lúdica com os brinquedos.

- Todos os alunos do grupo de controle (100%) obtiveram notas de reprovação com resultados entre 12,5 e 50% de acertos (de 1 a 4 questões), comprovando que, nem os alunos de melhor rendimento conseguiram alcançar a média mínima de 60% para aprovação nas escolas públicas de Ensino Médio.

- Pudemos concluir que o uso de brinquedos como forma lúdica de abordagem experimental, para o ensino e aprendizagem, das três Leis de Newton, funciona de maneira extremamente satisfatória na complementação das aulas teóricas tradicionais substituindo com relativa eficácia o instrumental experimental científico tradicional de alto custo, que não está presente na grande maioria das escolas públicas brasileiras de Ensino Médio.

Estes resultados eram esperados, tanto pela bibliografia pesquisada, quando pela psicologia sociocultural de Vygotsky que mostra que reduzindo a distância entre o professor e os alunos, e entre alunos e alunos, no caso deste trabalho, com o uso de atividades experimentais onde os objetos são os brinquedos, o professor é o mediador do processo e da transmissão de conceitos, definições, fórmulas e exercícios, saindo assim da abstração da teoria da Física, passando para o concreto dos objetos, com o professor e os alunos interagindo entre si seja na construção ou na aplicação dos brinquedos como forma de solidificar a Ciência.

Neste processo aconteceu a assimilação eficiente dos fenômenos e conceitos pelos alunos, já que os brinquedos fazem parte do seu cotidiano e com isso, no futuro, há a real possibilidade de que eles consigam reproduzir não somente aqueles experimentos, mas também consigam explicar os conceitos científicos envolvidos.

O retorno dado pelos professores responsáveis pela disciplina de Física, das quatro escolas que participaram deste projeto, foi positivo com relação ao aproveitamento destes alunos em relação as Leis de Newton. Eles relataram uma participação dos alunos nunca vista, não só quando entraram neste conteúdo, mas nos demais também, relatam que os alunos se mostravam ansiosos, tão ansiosos que mesmo antes do professor enunciar as Leis de Newton, os alunos já as enunciavam antes.

Nas feiras de ciências realizadas entre a segunda quinzena de agosto e a primeira quinzena de setembro de 2018, nestas escolas, os alunos reproduziram em grupo todos os experimentos que eles realizaram no Centro de Ciências, mesmo sem estarem de posse do guia instrucional, que é o produto desta dissertação, usaram de forma correta, os conceitos físicos inclusive para aumentar a potencia de alguns brinquedos, tais como, colocar dois motores no barquinho a vapor que foi construído com caixas de suco longa vida (foto abaixo), ou caixas de leite longa vida, ou com garrafas PET, no carrinho foguete um balão maior, passar cola de silicone na parte externa das rodas para aumentar o atrito destas com o piso, um carretel maior, com superfície áspera para aumentar o atrito com o piso, colocar o palito inteiro de churrasco, usar em vez de elástico uma câmara de ar cortada para aumentar a força elástica do carrinho a carretel, um balão maior e uma seringa de plástico de dez mililitros (ou uma tampa de detergente para lavar louça), para aumentar o tempo de flutuação e facilitar a abertura e o fechamento do balão do disco flutuante.

A partir destes relatos pudemos observar uma tendência de confirmação dos objetivos, visto que o processo de ensino e aprendizagem pleno é influenciado por diversas variáveis. Segundo seus professores o processo de montagem contribuiu para um ensino de forma eficiente e os alunos aprenderam a aplicar problemas, conseguiram problematizar conceitos e situações, a capacidade argumentativa sobre os conceitos físicos e matemáticos que não existiam antes agora eram comuns a todas as aulas, aumentou a capacidade de entenderem e resolverem questões fechadas padrão ENEM, a observação da natureza e de fenômenos em seu entorno aumentaram de forma significativa, na maioria dos casos os próprios alunos

pesquisam na internet em sites de busca e já levam para aula as questões para debater com o professor e com os colegas.

A motivação não é só dos alunos, esses professores estão muito motivados e estão desenvolvendo, criando, montando, primeiro sozinhos, e depois com suas turmas, esses e outros brinquedos para experimentação da Física e estão motivando professores da área de Ciências a fazerem o mesmo, ou seja, são multiplicadores desta metodologia, e pelos resultados até agora obtidos, a melhoria do processo de ensino e em consequência de aprendizagem dos alunos estão atingindo níveis positivamente expressivos, e segundo esses mesmos professores, o método é uma ótima opção para complementação das aulas teóricas tradicionais, que mesmo gerando mais atenção, esforço, trabalho, empenho e dedicação, os resultados obtidos são gratificantes e valem todo esse procedimento.



Figura 10: Barcos a vapor apresentados nas Feiras de Ciências das Escolas B e D.

Fonte: o autor

6.4.5.3. Análise das respostas do pós-teste experimental

De maneira geral, os alunos do grupo experimental, compreenderam melhor as três Leis de Newton quando comparado às respostas dos alunos do grupo controle. No entanto, alguns alunos do grupo experimental ainda apresentaram pequenas dificuldades no entendimento de determinados aspectos deste assunto, mas com um rendimento excepcionalmente melhor do que o obtido pelo grupo de controle, assim, este estudo aponta que, se adotado, o uso dos brinquedos como laboratório experimental, para a prática diária de ensino das Leis de Newton, poderá ocorrer uma significativa melhora da qualidade do ensino e conseqüentemente da aprendizagem deste e, provavelmente, de outros conteúdos de Física.

Apesar das análises estatísticas serem frequentemente utilizadas para o tratamento de dados, Kim e Willson (2010), reportaram métodos para avaliar seus efeitos e os ganhos observados em relação aos resultados mostrando que a intervenção numa amostra abre a possibilidades de influencias substanciais entre o pré-teste e o pós-teste quando o tempo decorrido entre eles é curto, ou seja, menos de um mês, como é o caso do presente trabalho, sendo assim, embora se tenha utilizada a estatística como ferramenta para elucidar os resultados, tem-se claro as limitações quanto as diversas influencias que podem afetar a sua interpretação. Enfim, pesquisas nessa área têm sido feitas e acredita-se que muito ainda se tem de caminhar para a validação plena dos experimentos.

6.4.6. Etapa 5

No quinto momento citado no item cinco, foi realizada a avaliação da metodologia feita a próprio punho somente pelos alunos que participaram das atividades experimentais. Cada estudante escreveu um pequeno relato sobre o grau de satisfação e absorção dos conhecimentos com o uso dos brinquedos utilizados no estudo das Leis de Newton.

As respostas mostraram muita satisfação e empolgação, com a metodologia, indicando ser uma opção viável de complementação às aulas teóricas tradicionais. Os alunos apresentaram comentários do tipo: *“foi muito bom”, “todo mundo participou da aula”, “faz a gente pensar antes de responder”, “me fez ver a Física de um jeito divertido e interessante”, “pela primeira vez eu fiquei satisfeito e empolgado em assistir as aulas de Física”, “foi muito legal, adorei, todas as aulas deveriam ser assim”, “foi muito divertido, parecia que estávamos nos desafiando o tempo todo”, “vou pedir para o nosso professor usar brinquedos lá na nossa escola também”, “divertido”, “interessante”, “acredito que não vou esquecer as aulas de hoje”, “foi mais fácil de entender as Leis de Newton do que nas aulas na sala de aula”*. As avaliações feitas por uma aluna mereceu especial destaque:

“Montar os brinquedos é surreal, nunca me imaginei montando alguma coisa real, fiquei muito focada na montagem dos brinquedos, e não no celular como sempre fico quando estou nas aulas de Física, Matemática, Biologia ou Química, que não consigo prestar atenção no que os professores explicam, minha mãe já me levou várias vezes a psicólogos e ninguém conseguiu me ajudar, e hoje estou feliz e até emocionada porque consegui prestar atenção em tudo, participei e interagi com a

Física usando os brinquedos. Tenho em mim que terei um futuro melhor nos estudos de Física. É como se minha cabeça se abrisse e finalmente a Física entrasse, agora tenho esperanças de finalmente aprender essa Física que é tão difícil e passar de ano.”

Baseado na satisfação destas avaliações, podemos afirmar que o uso de brinquedos como objeto científico para complementação das aulas teóricas, cria novos estímulos e novas visões sobre seu funcionamento e a sua interação com a Ciência e com os alunos, promovendo raciocínio lógico, reflexões sobre a natureza que nos cerca, a partir da análise científica dos brinquedos, geram motivação, interesse, concentração, debates científicos, curiosidade e principalmente um maior contato entre professor e alunos e entre os próprios alunos, realçando a importância da mediação dentro da zona de desenvolvimento proximal de Vygotsky (1998).

O objetivo de que o grupo experimental associasse de forma cognitiva, os brinquedos a experimentos científicos sobre as Leis de Newton (o lúdico criando e reforçando a Ciência), foi em grande parte alcançado.

As aulas teóricas sobre as Leis de Newton, acabam mantendo uma distância entre o professor (que se limita a transmitir conceitos, definições, fórmulas e exercícios, dentro da abstração da Física), e os alunos (que só ouvem e tentam acompanhar o raciocínio do interlocutor). E com essa avaliação da metodologia feita pelos alunos podemos observar que foi promovido um reforço conceitual, e uma melhoria no processo de ensino e aprendizagem das Leis de Newton.

7. CONCLUSÃO

Quando conseguimos dar uma visão científica a brinquedos, conseguimos provocar o diálogo sobre conceitos de Física com base no concreto com os alunos e não na abstração das aulas teóricas sobre conceitos científicos. Estes brinquedos e a ludicidade obtida da interação com eles nos ajudaram a motivar os alunos e a gerar uma maior aprendizagem. Ramos e Ferreira (2004), afirmam que o lúdico decorre da interação do aluno com o conhecimento sendo, portanto, subjetiva. Seu potencial didático muito depende da criatividade do professor em desafiar e descobrir interesses de seus alunos.

Os brinquedos fazem com que os alunos compartilhem suas percepções do universo no seu entorno e a racionalizar as explicações advindas das pesquisas científicas com suas experiências de vida. Os brinquedos promoveram a interação dos conceitos teóricos com os educandos, motivando-os a darem suas opiniões: “Estou convencido de que, epistemologicamente, é possível, ouvindo os alunos falar sobre como compreendem seu mundo, caminhar junto com eles no sentido de uma compreensão crítica e científica dele.” (FREIRE; SHOR, 1986).

Os debates e discussões ocorridos durante os experimentos, instigados pelos brinquedos, mostraram estes objetos lúdicos colaboraram para uma participação intensa, empolgante e muito mais gratificante, se comparado a estática das aulas teóricas tradicionais.

Os resultados obtidos do pós-teste nos mostraram que os alunos do grupo experimental, conseguiram obter um maior aprendizado sobre as três Leis de Newton comparados aos alunos do grupo Controle.

Verificamos que os alunos do grupo experimental aumentaram a absorção dos conhecimentos, durante a realização dos experimentos, eles conseguiam manter um diálogo dentro do racionalismo clássico da ciência, ou seja, dentro do perfil epistemológico onde se situa as Leis de Newton.

A particularidade de cada aluno e a região geográfica onde moram e foram criados, proporciona diferentes níveis de absorção de conceitos, mesmo com novas metodologias, mesmo que essas metodologias façam parte do seu cotidiano, cada ser é único e cada um tem um nível de inteligência e raciocínio lógico, então por melhor que seja a aula jamais haverá homogeneidade na absorção do conhecimento científico, mas ficou comprovado que a metodologia promoveu um grande avanço na

absorção desse conceitos, mas fica claro que mesmo dentro de um determinado perfil conceitual, poderemos ter níveis diferentes de entendimento e aprendizagem.

Assim, os alunos participaram das mesmas experimentações, foram provocados a refletirem sobre as mesmas interações entre corpos, no entanto, suas assimilações foram diferenciadas: todos deram respostas baseadas nas três Leis de Newton, dentro do racionalismo clássico, mas de formas diferentes de explicá-las.

Dentro da avaliação da metodologia, os alunos declararam ter gostado do método, e que, com os brinquedos, o conteúdo ficou mais fácil de ser compreendido. Gostaram de usar de forma científica o CD Flutuante, os skates, os diversos carrinhos, o barco a vapor, o experimento do papel, copo, moeda e da interatividade possibilitada pela aula. As respostas mostraram satisfação com as aulas com brinquedos e, acreditamos que com a nossa mediação criamos a possibilidade dos nossos alunos exporem seus conceitos, a manipularem e construírem objetos lúdicos e a montarem em grupo, os instrumentos de experimentação.

A nossa experiência e a vasta literatura sobre atividades experimentais indica que cada grupo experimental deve ser composto por no máximo vinte alunos, para que igual atenção seja dada a todos sobre o grupo e a mediação possa transcorrer de forma tranquila, agradável e prazerosa.

Temos que pensar que podem haver diferenças substanciais nos resultados desta metodologia se aplicadas a escolas de realidades muito distintas, existem escolas que nem as aulas teóricas são realizáveis, mediante a realidade violenta de algumas localidades e devido a deficiência acumulada desde o Ensino Fundamental onde muitas das vezes não absorveram os conhecimentos devidos a fatores como desnutrição, doenças repetitivas, devido a falta de saneamento básico, comunidades com altos índices de violência e até por fatores genéticos.

O brinquedo, por ser um velho conhecido, provoca os alunos, e gera uma empatia expressiva. É uma ferramenta que provoca o diálogo entre aluno e a abstração da Física;

Sabemos que o brinquedo, por si só, é incapaz de gerar aprendizagem de conceitos e leis físicas. É fundamental a mediação do professor a interagir com os alunos mostrando a Ciência por trás do brinquedo, fazendo com que eles interajam entre si e com os brinquedos observando os pormenores científicos presentes nos mesmos.

Com os resultados deste trabalho, conseguimos verificar que o uso dos brinquedos é uma boa prática para complementar as aulas teóricas. Desde que o professor se disponha a pesquisar, montar sozinho e com os alunos os brinquedos, bem como preparar a aula com domínio do conteúdo, com planejamento e com a estratégia a ser aplicada.

Concluimos que os brinquedos são objetos que substituem de forma satisfatória o laboratório de Física Experimental tradicional com instrumentos, equipamentos e materiais científicos convencionais, ausente na maioria das escolas públicas brasileiras de Ensino Médio. Podendo complementar de forma inovadora, às aulas teóricas tradicionais, para o ensino das três Leis de Newton.

Sua utilização é um sucesso de longa data, como destacou o professor Leinstein (1982): “a maioria tem vantagens sobre os equipamentos das demonstrações convencionais: o relativo baixo custo e o fato dos alunos se relacionarem bem com eles”.

Este trabalho não tem a pretensão de ser original, porque os estudos verificados nas referências, nos mostram que o uso de brinquedos como objetos científicos vem de longa data (pelo menos cinco décadas), ou seja, já pertencem ao domínio público, e devido a isso, esses objetos lúdicos tem sido usados, em todas as áreas de conhecimento relativas ao ensino de Física para o Ensino Médio, nos mais variados brinquedos, desde os comuns até os mais complexos como o elevador de Einstein que ilustra de forma lúdica o Princípio da Equivalência.

A viabilização da montagem de uma brinquedoteca para o ensino de Física nas escolas seria uma solução plausível, viável, instigante, atraente, necessária e complementar, principalmente para as escolas que não dispõem de laboratório de Física Experimental.

8. REFERÊNCIAS.

ARAÚJO, M. S. T; ABIB, M. L. V. S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. Revista Brasileira de Ensino de Física, v.25, n.2, p.176-194, 2003.

AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

BATISTA, M. C. FUSINATO, P. A.; BLINI, R. B.; PEREIRA, R. F. A experimentação no ensino de física e a motivação do aluno para a aprendizagem - SNEF 2009, p.1-8, 2009.

BLOSSER, P. E. Matérias em pesquisa de ensino de física: o papel do laboratório no ensino de ciências. Cad. Cat. Ens. Fis., Florianópolis, 5 (2): 74-78 ago. 1988.

BRAZ, F. **História em quadrinhos: um recurso didático para as aulas de física**. São Paulo: Cortez 2009, p.2.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO BÁSICA. **Parâmetros nacionais de qualidade para o ensino médio**. Ciência da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica: Brasília (DF), 2002, 141 p. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>.

BRUNER, S. **Uma nova teoria de aprendizagem**. Rio de Janeiro, Edições Bloch, 1983 p. 2.

CAMPOS, B. S. FERNANDES, S. A.; RAGNI, A. C. P. B.; SOUZA, N. F. (2012). Física para crianças: abordando conceitos físicos a partir de situações-problema. Revista

Brasileira de Ensino de Física, v.34, n.1. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/341402.pdf>. Acesso em: 02 de julho 2018.

DIAS, A. S. Brincando com carrinhos: associando conceitos de física às atividades lúdicas no ensino fundamental – anos finais. Trabalho de conclusão de curso. FUP - Universidade de Brasília – UnB, Brasília, 2014.

EINSTEIN, A.; INFELD, L. **A evolução da Física**. Lisboa: Edição Livros do Brasil, 1982.

EINSTEIN, A. **Como vejo o mundo**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1981.

EINSTEIN, A. **Escritos da maturidade**. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1996.

EINSTEIN, A. **Notas autobiográficas**. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1982.

EINSTEIN, A. **Out of my later years**. New York: Philosophical Library, 1950.

FAY, Paul J. "The History of Chemistry Teaching in American High Schools". **Journal of Chemical Education**. v.8, n. 8, p. 1533-1562, August 1931.

FISCHER, B. O. Repensando o Fazer Pedagógico no Ensino de Ciências: Participação Ativa do Aluno. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. 1990.

FRANA, C. Materiais de baixo custo e as novas tecnologias aplicadas ao ensino da Física. Dissertação de Mestrado. UFP, Curitiba, 2010.

FREIRE, P., SHOR, I. **Medo e Ousadia – O Cotidiano do Professor**. Tradução de Adriana Lopez. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1986. p. 132.

FREIRE, P. **A importância do ato de ler: em três artigos que se completam**. 50. ed. São Paulo: Cortez, 2009.

FRIEDMANN, Adriana. **Brincar, crescer e aprender: o resgate do jogo infantil**. São Paulo: Moderna, 1996.

GALIAZZI, M. et al. Objetivos das atividades experimentais no Ensino Médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciência. *Ciência & Educação*, v.7, n.2, p.249-263, 2001.

GIL, A. X.; GIL, A. M.; KALHIL, J. B. Ensino da física com abordagem CTS através de jogos educativos. In: Salvador, Bahia, Ba, VII REUNIÃO LATINO-AMERICANA SOBRE ENSINO DE FÍSICA, p.1-7, 2014.

GONÇALVES, F. P.; GALIAZZI, M. C. A natureza das atividades experimentais no ensino de Ciências. In: MORAES, Roque; MANCUSO, Ronaldo. (Orgs.). *Educação em ciências: produção de currículos e formação de professores*. Unijui: Ed. Unijui, 2004.

HOFFMANN, B. **Relativity and its roots**. New York: Dover Publications Inc., 1999.

HUIZINGA, J. **Homo Ludens**. 5ª ed. São Paulo: Perspectiva, 2004.

KIM, E. S.; WILLSON, V. L. Evaluating Pretest Effects in Pre–Post Studies. **Educational and Psychological Measurement**, V.70(5), P. 744–759, 2010.

KISHIMOTO, T. M. **Jogo, brinquedo, brincadeira e educação**. São Paulo: Cortez, 1999.

LABURÚ, C. E.; BARROS, M. A.; SALVADEGO, W. N. C. Uso de atividades experimentais pelos professores de Ciências Naturais no ensino médio: relação com

o saber profissional. 1º CPEQUI – 1º Congresso Paranaense de Educação em Química. UEL – Paraná, 10 a 13 de agosto de 2009.

LEVINSTEIN, H. **The physics of Toys**. *The Physics Teacher*, p. 358-365. Setembro, 1982.

LISBOA, M. A Importância do lúdico na aprendizagem com o auxílio dos jogos. 2009. Disponível em: <<http://www.webartigos.com/articles27622/1/AImportancia-do-Ludicono-Aprendizagem-com-o-Auxilio-dosjogos/pagina1.html>>. Acesso em: 10 out. 2017.

LOPES, D. P. M.; BARANA, A. C. de M; Xavier, L. Brinquedoteca científica na universidade: Uma experiência de extensão e ensino de Física junto à comunidade. **Rev. Ciênc. Ext.** v.3, n.1, p.43, 2006.

LUCKESI, C. C. Educação, ludicidade e prevenção das neuroses futuras: uma proposta pedagógica a partir da biossíntese. 1998. Disponível em: <<http://www.luckesi.com.br/artigoseducacaoludicidade.htm>>. Acesso em 10 jul. 2017.

MARTINS, A. C. M. O ensino de física e a curiosidade epistemológica: o uso de experimentos de eletricidade em atividades educacionais. Dissertação de Mestrado. UNESP, Rio Claro, 2014.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. Einstein, a física dos brinquedos e o Princípio da Equivalência. *Cad. Brás. Ens. Fís.*, v. 22, n. 3: p. 299-315, dez. 2005.

MEIRA, M. G. C.; CONCEIÇÃO, M. V.; MARTINS, M. C.M. “A Física do skate: uma visão irada da mecânica”. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, Curitiba. CDROM, 2003.

MOYER, Albert E. “Edwin Hall and the Emergence of the Laboratory in Teaching Physics”. **The Physics Teacher**. v.14, n. 2, p. 96-103, February 1976.

MORAES, J. U. P. A visão dos alunos sobre o ensino de física: Um estudo de Caso. Disponível em: http://www.scienciaplena.org.br/sp_v5_114401.pdf.

NEVES, M. C. D.; AL, E. “Brincadeiras que educam I: Pássaro Bebedor e a Física das máquinas térmicas”. Arquivos da APADEC, v. 5, n. 1, pág. 41 – 43, 2001.

NEVES, M. C. D.; AL, E. “Ludofísica: A Física Ensinada através das Brincadeiras”. Arquivos da APADEC, v. 6, n.2, pág. 28-29, 2002.

NEWTON, I. **Principia. Princípios Matemáticos de Filosofia Natural**, v. II, 1ª ed. Tradução Fabio Duarte Joly; André Koch Torres Assis. São Paulo, EDUSP, 2008, 448 p.

PERINI, L.; KLEIN, N. Y. Brincando com a física: o papel da construção de materiais e modelos explicativos no desenvolvimento dos saberes escolares em mecânica. In: Vitória, ES, XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA – SNEF 2009, p.1-8, 2009.

PIMENTEL, E. C. B. A física nos brinquedos: o brinquedo como recurso instrucional no ensino da terceira lei de Newton. Dissertação de Mestrado. UNB, Brasília, 2007.

PIMENTEL, E.C.B.; VERDEAUX, M.F.S. “A Física nos brinquedos: o brinquedo como recurso institucional no ensino da terceira lei de Newton”. A Física na Escola, v. 2, pág. 1-10, 2009.

RAMOS, E. M. F. FERREIRA, N. C.; Brinquedos e jogos no ensino de Física. In: Roberto Nardi. (Org.). Pesquisa em Ensino de Física. 3ª edição, p.105-125. São Paulo: Escrituras, 2004.

RITCHIE, C. **Making scientific toys**. London: Lutterworth Press, 1975.

SANTOS, E. I. PIASSI, L. P. C.; FERRERA, N. C.; Atividades experimentais de baixo custo como estratégia de construção da autonomia de professores de física: Uma experiência em formação continuada. In: São Paulo, SP, IX ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, p.1-18, 2004.

SÉRÉ, M. G.; COELHO, S. M.; NUNES, A. D. O Papel da Experimentação no Ensino da Física. Cad. Brás. Ens. Fís., v. 20, n.1: p.30-42, abr. 2003.

TRAVERS, Robert M. ed. **Second Handbook of Research on Teaching**. Chicago: Rand McNally & Co., 1973.

VARGAS, M; MENEZES, A; MASSARO, C & GONÇALVES, T. Utilização da robótica educacional como ferramenta de aprendizagem na Engenharia de Produção: Introdução à produção automatizada. XL COBENGE - Congresso Brasileiro de Educação de Engenharia. Pará: Belém, 2012.

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. Relatório de Monitoramento Global da Educação (Relatório GEM). Brasília, 24 de outubro de 2017.

VIEIRA, R. M. A importância da educação CTS. Publicado em 07/09/2011, 2 p. <<http://revistacts.net/files/RuiMarquesVieira.pdf>>. Acesso em: 31 de julho de 2017.

VYGOTSKI, L. S. **A formação social da mente**. 6 ed. São Paulo - SP: Livraria Martins Fontes Editora Ltda, 1998 – 191p.

YAMAZAKI, S. C. Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. <http://fisica.uems.br/profsergiochoitiamazaki/2008/texto_1_referenciais_teoricos_a_usubel.pdf>. Acesso em: 10 de agosto de 2017.

9. APÊNCICES.

9.1. Apêndice A – Avaliação da metodologia pelos alunos.

Avaliação da Metodologia

Deixe sua opinião sobre usar brinquedos para compreender melhor a teoria da Física
(Não precisa escrever seu nome, assinar ou escrever o nome da Escola).

Foi bom porque todo mundo participou da aula. Fazer a gente pensar antes de responder e antes de trabalhar com os brinquedos com o professor ajudando foi diferente, ele é muito engraçado e me fez ver a Física de um jeito divertido e interessante. Pela primeira vez eu fiquei satisfeito e empolgado em assistir das aulas de Física.

Avaliação da Metodologia

Deixe sua opinião sobre usar brinquedos para compreender melhor a teoria da Física
(Não precisa escrever seu nome, assinar ou escrever o nome da Escola).

Foi muito legal, adorei, todas aulas de Física deveriam ser assim. Me diverti muito.

Avaliação da Metodologia

Deixe sua opinião sobre usar brinquedos para compreender melhor a teoria da Física
(Não precisa escrever seu nome, assinar ou escrever o nome da Escola).

Foi muito, muito divertido, parecia que estávamos nos desafiando e tempo todo acho que todos nós aprendemos hoje.

Avaliação da Metodologia

Deixe sua opinião sobre usar brinquedos para compreender melhor a teoria da Física
(Não precisa escrever seu nome, assinar ou escrever o nome da Escola).

Velho foi manero, divertidasso meu
curti demais essa dos brinquedos
e Física.

Avaliação da Metodologia

Deixe sua opinião sobre usar brinquedos para compreender melhor a teoria da Física
(Não precisa escrever seu nome, assinar ou escrever o nome da Escola).

Usar brinquedos para explicar Física foi muito
bom, me deu uma visão diferente sobre brinquedos
porque se você entende toda a formação de algo,
como os brinquedos, você já passa a olhá-los com
os olhos das Ciências e não como um simples
brinquedo.

Avaliação da Metodologia

Deixe sua opinião sobre usar brinquedos para compreender melhor a teoria da Física
(Não precisa escrever seu nome, assinar ou escrever o nome da Escola).

Foi massa demais!

Vou pedir para o professor
nesso usar brinquedos lá
na nossa escola também.

Avaliação da Metodologia

Deixe sua opinião sobre usar brinquedos para compreender melhor a teoria da Física
(Não precisa escrever seu nome, assinar ou escrever o nome da Escola).

A cada novo brinquedo mais eu me
interessava, foi muito bom, divertido,
interessante e eu aprendi bastante.
Acredito que não vou esquecer tão cedo
as aulas de hoje. Obrigada

Avaliação da Metodologia

Deixe sua opinião sobre usar brinquedos para compreender melhor a teoria da Física
(Não precisa escrever seu nome, assinar ou escrever o nome da Escola).

Valou, eu achei que foi mais fácil de
entender as leis de Newton do que nas
aulas na sala de aula

Avaliação da Metodologia

Deixe sua opinião sobre usar brinquedos para compreender melhor a teoria da Física
(Não precisa escrever seu nome, assinar ou escrever o nome da Escola).

Montar os brinquedos é surreal, nunca me imaginei montando alguma coisa real, fiquei muito focada na montagem dos brinquedos, e não no celular como sempre fico quando estou nos aulas de Física, Matemática, Biologia ou Química, que não consigo prestar atenção no que os professores explicam, minha mãe já me levou várias vezes a psicólogos e ninguém conseguiu me ajudar, e hoje estou feliz e até emocionada porque consegui prestar atenção em tudo, participei e interagi com a Física usando os brinquedos. Tenho em mim que terei um futuro melhor nos estudos de Física.

É como se minha cabeça se abrisse e finalmente a Física entrasse, agora tenho esperanças de finalmente aprender esse Física que é tão difícil e passar de ano.
