

**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

Produto apresentado 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

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Skate.....	09
Figura 02 – Skates – montagem inicial.....	09
Figura 03 - Bolinhas de gude.....	15
Figura 04 - Três momentos, uma bola de gude colide com duas em repouso.....	16
Figura 05 - Carrinho foguete.....	18
Figura 06 - Início da montagem do carrinho foguete.....	18
Figura 07 – Preparação da base para o carrinho foguete.....	19
Figura 08 - Apoio do balão do carrinho foguete.....	19
Figura 09 – Abertura do furo na base para encaixe do balão do carrinho foguete....	19
Figura 10 - Preparação para os eixos do carrinho foguete.....	19
Figura 11 - Fixação da base do balão do carrinho foguete.....	20
Figura 12 - Preparação dos eixos do carrinho foguete.....	20
Figura 13 - Preparação das rodas do carrinho foguete.....	20
Figura 14 - Colocação dos eixos com as rodas do carrinho foguete.....	20
Figura 15 - Encaixe e fixação do balão propulsor do carrinho foguete.....	21
Figura 16 - Carrinho foguete montado.....	21
Figura 17 - Carrinho a elástico e carretel.....	24
Figura 18 – Montagem palito e elástico no carretel.....	24
Figura 19 – Montagem do elástico e da vela no carretel.....	25
Figura 20 – Fixação do palito de churrasco no elástico do carretel.....	25
Figura 21 - Carrinho a elástico montado com carretel.....	25
Figura 22 – Montagem: posição da ponta do palito em função do tempo.....	26
Figura 23 - Disco Flutuante.....	29
Figura 24 - Material do Disco Flutuante.....	29
Figura 25 – Abertura do furo na rolha para passagem de ar.....	30
Figura 26 – Marcação da rolha e do CD.....	30
Figura 27 – Colagem da rolha no CD.....	30
Figura 28 – Enchendo o balão de ar e evitando que o ar escape.....	31
Figura 29 - Prendendo o bico do balão à rolha.....	31
Figura 30 – Disco flutuante montado.....	31
Figura 31: Carrinhos de Brinquedo.....	35
Figura 32: Carrinho em movimento no sentido de colisão com outro em repouso....	36
Figura 33: Carrinhos montados com LEGO Education.....	38

Figura 34: Carrinhos LEGO em movimento de colisão frontal.....	39
Figura 35: Barco a vapor.....	41
Figura 36: Barco a vapor etapa de montagem 01.....	41
Figura 37: Barco a vapor etapa de montagem 02.....	42
Figura 38: Barco a vapor etapa de montagem 03.....	42
Figura 39: Barco a vapor etapa de montagem 04.....	42
Figura 40: Barco a vapor etapa de montagem 05.....	42
Figura 41: Barco a vapor etapa de montagem 06.....	43
Figura 42: Barco a vapor etapa de montagem 07.....	43
Figura 43: Barco a vapor etapa de montagem 08.....	43
Figura 44: Barco a vapor etapa de montagem 09.....	44
Figura 45: Barco a vapor etapa de montagem 10.....	44
Figura 46: Barco a vapor etapa de montagem 11.....	44
Figura 47: Barco a vapor etapa de montagem 12.....	44
Figura 48: Barco a vapor etapa de montagem 13.....	45
Figura 49: Barco a vapor etapa de montagem 14.....	45
Figura 50: Barco a vapor etapa de montagem 15.....	45
Figura 51: Barco a vapor etapa de montagem 16.....	45
Figura 52: Barco a vapor etapa de montagem 17.....	46
Figura 53: Barco a vapor etapa de montagem 18.....	46
Figura 54: Barco a vapor etapa de montagem 19.....	46
Figura 55: Barco a vapor etapa de montagem 20.....	46
Figura 56: Barco a vapor etapa de montagem 21.....	47
Figura 57: Barco a vapor etapa de montagem 22.....	47
Figura 58: Barco a vapor etapa de montagem 23.....	47
Figura 59: Barco a vapor etapa de montagem 24.....	47
Figura 60: Barco a vapor etapa de montagem 25.....	48
Figura 61: Barco a vapor etapa de montagem 26.....	48
Figura 62: Barco a vapor etapa de montagem 27.....	48
Figura 63: Barco a vapor etapa de montagem 28.....	48
Figura 64: Barco a vapor etapa de montagem 29.....	49
Figura 65: Barco a vapor etapa de montagem 30.....	49
Figura 66: Copo, papelão e moeda.....	53
Figura 67: Copo etapa 01.....	53

Figura 68: Copo etapa 02.....	53
Figura 69: Copo etapa 03.....	54

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS	8
3. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	9
3.1. Experimentos.....	9
3.1.1. Skates.....	9
3.1.2. Bolinhas de gude.....	15
3.1.3. Carrinho foguete.....	18
3.1.3.1. Materiais e Ferramentas.....	18
3.1.3.2. Montagem.....	18
3.1.3.3. Princípio de Funcionamento.....	22
3.1.4. Carinho a elástico e carretel.....	24
3.1.4.1. Material.....	24
3.1.4.2. Montagem.....	24
3.1.4.3. Princípio de Funcionamento.....	25
3.1.5. Discos Flutuantes.....	29
3.1.5.1. Material e ferramentas.....	29
3.1.5.2. Montagem.....	30
3.1.5.3. Princípio de Funcionamento.....	31
3.1.6. Carrinhos de Brinquedo.....	35
3.1.7. Carinhos montados com LEGO Education.....	38
3.1.8. Barco a vapor.....	41
3.1.8.1. Material e ferramentas.....	41
3.1.8.2. Montagem.....	41
3.1.8.3. Princípio de Funcionamento.....	49
3.1.9. Experimento da moeda, papel e copo.....	53
3.1.9.1. Material.....	53
3.1.9.2. Montagem.....	53
3.1.9.3. Princípio de funcionamento.....	54
4. REFERÊNCIAS	56
5. APÊNDICES	57
4.1. Apêndice A.....	57
4.2. Apêndice B.....	58

1. INTRODUÇÃO.

Este produto educacional foi concebido como complemento de minha dissertação apresentada ao Programa do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), da Sociedade Brasileira de Física (SBF), do Polo da Universidade Federal de Alfenas, Minas Gerais e foi desenvolvido como mais uma alternativa para os professores do ensino médio que desejam utilizar a experimentação para enriquecer suas aulas teóricas, em vista de um melhor aproveitamento do conteúdo abordado em sala de aula.

A proposta tanto da dissertação como do produto 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.

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.

2. PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS.

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

No segundo momento é aplicado um teste pós aula teórica tradicional aos alunos, para 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 vela 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.

3. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

3.1. Experimentos.

Antes de iniciar cada um dos experimentos propostos, descritos no terceiro momento do item dois, 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, dentro do esperado pela da zona de desenvolvimento proximal de Vygotsky.

3.1.1. Skates (www.cienciamao.usp.br)

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.



Figura 01: Skates
Fonte: o autor

Para melhor exploração dos experimentos, devem-se fazer marcações com giz no piso, usando o próprio skate como régua para marcar a distância, perpendiculares ao seu perfil longitudinal para que possam servir de parâmetro (régua) quando deslocados. Ao se colocarem em contato transversal dois skates estacionários, alinhados pelo seu eixo longitudinal e tomando como zero, ou ponto de partida, a linha desenhada com giz, entre eles, teremos preparado a montagem inicial para o desenvolvimento de experimentos, sobre as Leis de Newton.



Figura 02: Skates e referencial no piso para visualização dos deslocamentos
Fonte: www.cienciamao.usp.br

1. Quando se fala em movimento qual o primeiro pensamento de vocês?
2. De que maneira vocês poderiam definir o fenômeno movimento?
3. O que é um percurso?
4. Como se marca a distância percorrida por um corpo em movimento?
5. Sabendo a distância percorrida por um corpo e o tempo gasto no percurso, qual a importante grandeza da Física que pode ser calculada?
6. É possível saber a aceleração de um corpo se você tem o conhecimento da velocidade média desse corpo ao longo de uma trajetória definida?
7. Se um aluno estiver em cima do skate e empurrarmos o skate com força, o que acontece com o aluno?
8. Se empurrarmos um skatista até que colida com outro skatista de mesma massa em repouso, o que acontece com os alunos?
9. Caso um skatista colida com o outro skatista estando ambos se movendo antes e depois da colisão no mesmo sentido, como será o comportamento de ambos após essa colisão?
11. Se dois skatistas colidem frontalmente e após a colisão se deslocam em sentidos contrários, qual seria o motivo para esses deslocamentos nesses sentidos opostos?

Antes de realizar o experimentos deve-se aguardar um tempo para permitir que os alunos pensem a respeito destas onze situações propostas e emitam livremente suas opiniões e respostas sobre o que esperam que aconteça para só depois possamos fazer a mediação debatendo essas opiniões e respostas, até que exista um consenso e seja anotado na lousa os resultados esperados.

A seguir passa-se para a aplicação experimental, onde os alunos realizam esses onze experimentos listados acima e ao final dos experimentos fazem uma comparação mediada pelo professor, do que foi observado nesses experimentos com as suas respostas as essas onze questões da SEI, estabelecendo-se desta forma, a cognição com as três Leis de Newton.

12. Dois alunos de massas semelhantes nomeados de maneira fictícia de João e Maria, onde um empurra o outro, perguntamos aos alunos:

12.1. Se João empurrar Maria, só Maria irá se deslocar?

Antes de realizar o experimento deve-se aguardar um tempo para permitir que os alunos pensem a respeito desta situação proposta e emitam livremente suas opiniões e respostas sobre o que esperam que aconteça para só depois possamos

fazer a mediação debatendo essas opiniões e respostas, até que exista um consenso e seja anotado na lousa os resultados esperados.

Realizarmos o experimento, pedindo que observem o deslocamento que ambos os alunos alcançam, em relação ao ponto zero, após o empurrão. O resultado esperado é que a distância em relação ao ponto zero demarcado no piso deve ser praticamente a mesma para ambos os alunos, ou seja, não há diferença de distância entre quem empurrou e quem foi empurrado, provando que tanto a força de ação quanto a de força de reação tem valores iguais e ocorrem em corpos distintos, e essas duas forças é que provocam o mesmo deslocamento para João e Maria.

12.2. Se os alunos João e Maria se empurrarem mutuamente, perguntamos aos alunos, haverá alguma diferença no resultado obtido no item anterior?

Antes de realizar o experimento deve-se aguardar um tempo para permitir que os alunos pensem a respeito desta situação proposta e emitam livremente suas opiniões e respostas sobre o que esperam que aconteça para só depois possamos fazer a mediação debatendo essas opiniões e respostas, até que exista um consenso e seja anotado na lousa os resultados esperados.

Deve-se esclarecer aos alunos que o resultado esperado é o mesmo obtido no experimento anterior, baseado na terceira Lei de Newton, como a força de ação é igual em intensidade e direção a força de reação e sempre surgem em sentido oposto, acrescentando ainda, que a força de reação só existe se existir a força de ação, agindo sempre em corpos diferentes de forma simultânea.

Realizarmos o experimento, e mediante a observação do deslocamento de ambos os alunos após o mútuo empurrão, constatamos que ocorre o mesmo deslocamento tanto para João e quanto para Maria.

13. Dois garotos com massas diferentes, Juca com massa muito maior que Zeca, em determinado momento, se empurram mutuamente perguntamos aos alunos, se Juca e Zeca se puxarem haverá alguma diferença?

Antes de realizar o experimento deve-se aguardar um tempo para permitir que os alunos pensem a respeito desta situação proposta e emitam livremente suas opiniões e respostas sobre o que esperam que aconteça para só depois possamos fazer a mediação debatendo essas opiniões e respostas, até que exista um consenso e seja anotado na lousa os resultados esperados, neste caso como a aceleração é igual a razão entre a força aplicada e a massa ($a = F/m$), em relação ao resultado esperado esclarecemos que como Zeca tem menor massa terá uma maior aceleração,

enquanto ao contrário, Juca que possui uma massa muito maior terá um aceleração muito menor, para uma mesma força aplicada (ação e reação), assim Zeca, por ter menor massa, alcançará uma posição mais distante em relação ao ponto zero de partida do que Juca que possui maior massa.

Realizarmos o experimento, pedindo que observem o deslocamento que ambos os alunos alcançam, e constatamos o resultado esperado.

14. O aluno Salsicha está sobre um skate e empurra uma parede, antes da realização da prática, perguntamos aos alunos: O que acham que irá acontecer?

Antes de realizar o experimento deve-se aguardar um tempo para permitir que os alunos pensem a respeito desta situação proposta e emitam livremente suas opiniões e respostas sobre o que esperam que aconteça para só depois possamos fazer a mediação debatendo essas opiniões e respostas, até que exista um consenso e seja anotado na lousa os resultados esperados.

Esclarecer que ainda estamos dentro da terceira Lei de Newton, assim sendo, ao empurrar a parede, a parede também empurra o aluno e como a massa do arranjo parede-Terra é infinitamente maior do que a do arranjo aluno-skate, a aceleração do sistema parede-Terra é infinitesimal e imperceptível, em contrapartida, a reação, de igual valor que age sobre o arranjo aluno-skate faz com que só se perceba o deslocamento sofrido por eles.

Realizarmos o experimento, pedindo que observem o deslocamento do arranjo aluno-skate em relação ao arranjo parede-Terra, e constatamos o resultado esperado.

15. Se duas pessoas estivessem no mesmo skate, e em determinado momento passassem a se empurrar mutuamente. Perguntamos aos alunos, o skate irá se deslocar em função deste par ação-reação?

Antes de realizar o experimento deve-se aguardar um tempo para permitir que os alunos pensem a respeito desta situação proposta e emitam livremente suas opiniões e respostas sobre o que esperam que aconteça para só depois possamos fazer a mediação debatendo essas opiniões e respostas, até que exista um consenso e seja anotado na lousa os resultados esperados.

Realizamos o experimento, pedindo que dois alunos, ambos sobre o mesmo skate, tentem deslocar o conjunto a partir de pequenos empurrões aplicados um sobre o outro. Observa-se que não se movem. Quando as forças ação e reação estão internas ao conjunto, ou ao sistema, como se fala na Física, não há produção de movimento. Veja que o centro de massa deste conjunto não sai do lugar.

Após a realização dos experimentos, deve ser promovido um fechamento desse momento pedagógico, através da associação do concreto obtido através desta aula experimental com o abstrato apresentado na aula teórica, deixando que os alunos falem livremente sobre como vivenciaram esta metodologia e se conseguiram observar, associar e assimilar, com mais clareza e menos dificuldade, as Leis de Newton, com os skates, sendo observados como objetos científicos. Após a livre exposição dos alunos, o professor como mediador, deve enfatizar as três Leis de Newton dentro desse experimento, aumentando com isso a assimilação dos conceitos pelos alunos.

1ª Lei – Lei da Inércia: Se nenhuma força for aplicada ao skate ele permanece em repouso, provando que o somatório das forças aplicadas sobre ele é nulo. Com o aluno sobre o skate, ao empurrarmos com força o skate ele segue e o aluno permanece estático no mesmo ponto e cai do skate, atestando que um corpo que está em repouso tende a permanecer em repouso. Da mesma forma que se colocarmos o aluno sobre o skate e ele impulsionar o skate contra um obstáculo em repouso, o skate para instantaneamente, mas o aluno continua com o mesmo movimento em que estava 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 ao skate ele entra em movimento uniformemente acelerado, e sua aceleração será proporcional à massa do aluno-skate e a força aplicada (ou impulso) sobre essa massa, se colocarmos alunos de massas diferentes sobre o skate, e aplicarmos forças de mesma intensidade, verificaremos que quanto maior for à massa do aluno, mais próximo do ponto de partida ele entrará em repouso. As maiores distâncias em relação ao ponto de partida serão alcançadas pelo aluno de menor massa, provando que para vencer a inércia e provocar movimento (aceleração) uma força diferente de zero deve ser aplicada sobre o conjunto aluno-skate, além de provar que força é a interação entre dois corpos (os dois conjuntos aluno-skate se empurrando mutuamente).

3ª Lei – Lei da Ação e Reação: posicionando os conjuntos alunos-skates um em frente ao outro, ao pedir que os alunos se empurrem mutuamente, verifica-se que os mesmos se movimentam na mesma direção, mas em sentidos opostos, comprovando a 3ª Lei de Newton e como a aceleração depende da massa, o aluno de maior massa entrará em repouso mais próximo do ponto inicial em relação ao aluno

mais leve que entrará em repouso mais distante desse ponto inicial, reforçando a 2ª Lei de Newton.

Por fim os estudantes encerram as atividades realizando o quarto momento (respondendo a um pós-teste experimental) e o quinto momento (avaliação a próprio punho da metodologia) descritos nos procedimentos didáticos.

3.1.2. Bolinhas de gude (Manual do Mundo)

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, criando situações esclarecedoras sobre as mesmas.



Figura 03: Bolinhas de gude

Fonte: o autor

1. Quando se fala em movimento qual o primeiro pensamento de vocês?
2. Então o que significa o fenômeno movimento?
3. Quando eu falo “o percurso da minha casa até a escola” o que estou pretendendo informar com essa frase?
4. Como poderíamos determinar a distância percorrida por um corpo em movimento?
5. Se soubermos a distância percorrida por um corpo e o tempo gasto para percorrer essa distância, qual a grandeza Física que pode ser calculada?
6. É possível saber a aceleração de um corpo se você tem o conhecimento da velocidade média desse corpo ao longo de uma trajetória definida (percurso)?

Antes de realizar o experimento deve-se aguardar um tempo para permitir que os alunos pensem a respeito de cada situação proposta nas seis questões da SEI e emitam livremente suas opiniões e respostas sobre o que esperam que aconteça para só depois possamos fazer a mediação debatendo essas opiniões e respostas, até que exista um consenso e seja anotado na lousa os resultados esperados.

A seguir passa-se para a aplicação experimental, onde os alunos realizam experimentos pré-estabelecidos e ao final dos experimentos fazem uma comparação mediada pelo professor, do que foi observado nesses experimentos com as suas respostas às seis questões da SEI, estabelecendo-se desta forma, a cognição com as três Leis de Newton.

São sugeridos os seguintes experimentos:

1. Uma bolinha colide com a outra que inicialmente está em repouso;

2. Uma bolinha colide com duas outras em repouso (Figura 04);
3. Duas bolinhas colidem e se deslocam em sentidos contrários.



Figura 04: Três momentos, uma bola de gude colide com duas em repouso.

Fonte: o autor

Solicita-se aos alunos que debatam entre eles e expliquem, para cada colisão:

- Como se deu a observação do par ação-reação?
- Qual bolinha agiu e qual reagiu?
- Onde está a ação e onde está a reação em cada colisão?
- Por que no choque de uma bolinha com duas que estavam grudadas uma na outra, apenas uma se deslocou? E nesse caso onde estão as reações?

Este procedimento serve para melhor assimilação dos pormenores de cada colisão. Na figura 04 (quatro) veem-se as bolinhas na calha em três diferentes momentos: antes, durante e depois a colisão quando uma bolinha colide com duas que estavam em repouso.

Após a realização dos experimentos, deve ser promovido um fechamento desse momento pedagógico, através da associação do concreto obtido através desta aula experimental com o abstrato apresentado na aula teórica, deixando que os alunos falem livremente sobre como vivenciaram esta metodologia e se conseguiram observar, associar e assimilar, com mais clareza e menos dificuldade, as Leis de Newton, com o carrinho foguete, sendo observado como objeto científico. Nesse momento pedagógico ainda deverá ser incluso um estudo feito em conjunto entre alunos e professor, analisando cada colisão, seguindo este roteiro:

- Como se deu a observação do par ação-reação?
- Qual bolinha agiu e qual reagiu?
- Onde está a ação e onde está a reação em cada colisão?

Após a livre exposição dos alunos, o professor como mediador, deve enfatizar as três Leis de Newton dentro desse experimento, aumentando com isso a assimilação dos conceitos pelos alunos.

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.

Por fim os estudantes encerram as atividades realizando o quarto momento (respondendo a um pós-teste experimental) e o quinto momento (avaliação a próprio punho da metodologia) descritos nos procedimentos didáticos.

3.1.3. Carrinho foguete (Manual do Mundo)

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.



Figura 05: Carrinho foguete

Fonte: o autor

3.1.3.1. Materiais e Ferramentas.

- 1 Peça de papelão (20 por 30 cm);
- 1 Régua;
- 1 Tesoura;
- 1 Balão de látex (balão de aniversário);
- 2 Palitos de churrasco (ou pedaços de arame duro);
- 2 Canudinhos (não muito finos);
- 4 Tampas de garrafa pet;
- 1 Fita adesiva transparente.
- 1 Prego médio;
- 1 Martelo.

3.1.3.2. Montagem

1. Recorte um retângulo de papelão com 5 cm de largura por 30 cm de comprimento. Dobre-o ao meio. Para facilitar, utilize a tesoura (ou estilete), de forma a fazer um vinco com metade da espessura do papelão.

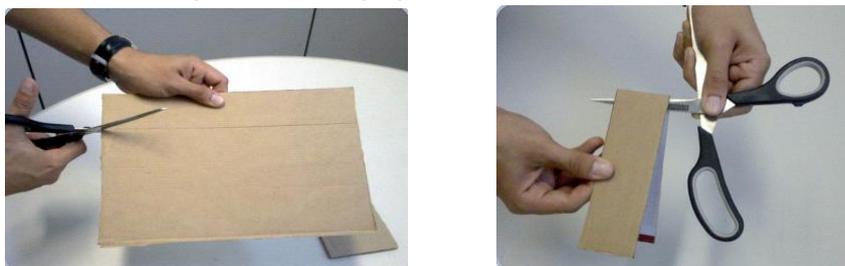


Figura 06: Início da montagem do carrinho foguete

Fonte: o autor

2. Recorte um retângulo de papelão com 10 cm de largura e 20 cm de comprimento para ser à base do carrinho (você pode recortar as pontas da parte frontal do carrinho para deixá-lo mais parecido com um carro de corrida).

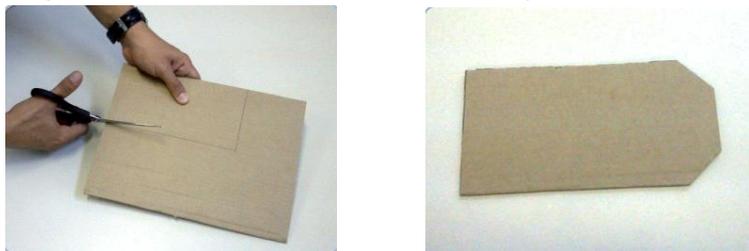


Figura 07: Preparação da base para o carrinho foguete

Fonte: o autor

3. Dobre cerca de 5 cm em cada uma das extremidades, mas no sentido oposto à dobra inicial, no formato de uma letra V invertida, com apoio lateral.

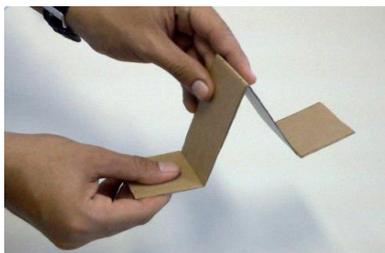


Figura 08: Apoio do balão

Fonte: o autor

4. Faça um furo de cerca de 1 cm de diâmetro próximo do “vértice” do V invertido. Nesse furo, posteriormente, será encaixado o balão de ar.

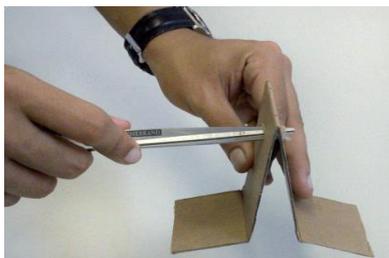


Figura 09: Abertura do furo na base para encaixe do balão

Fonte: o autor

5. Na base do carrinho, cole dois canudos, com 10 cm de comprimento, próximos às extremidades da base. Por esses canudos passarão os eixos do carrinho.

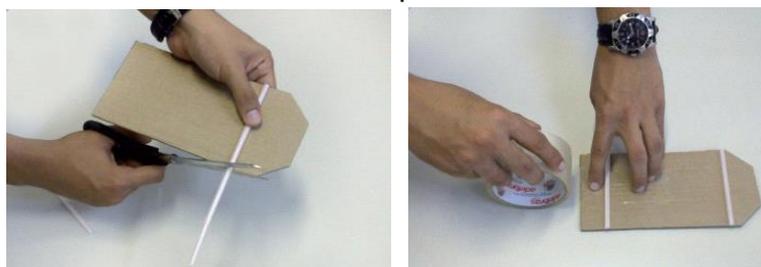


Figura 10: Preparação para os eixos

Fonte: o autor

6. Cole o pedaço de papelão em formato de uma letra V invertida na parte superior da base, próximo à traseira do carrinho.

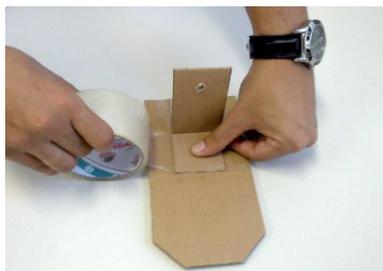


Figura 11: Fixação da base do balão

Fonte: o autor

7. Recorte os dois palitos de churrasco para fazer os eixos do carrinho, ambos com 15 cm de comprimento.

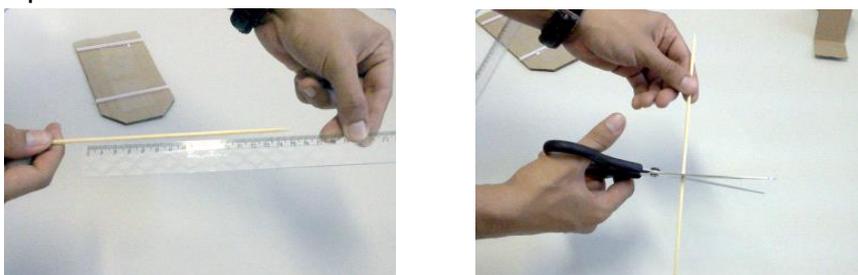


Figura 12: Preparação dos eixos

Fonte: o autor

8. Fure o centro das tampas de refrigerante com o prego e vá aumentando o diâmetro do furo lentamente, de forma que o palito de churrasco fique bem ajustado ao furo.



Figura 13: Preparação das rodas

Fonte: o autor

9. Coloque os palitos dentro dos canudos, formando os eixos do carrinho e encaixe as tampinhas (rodas).

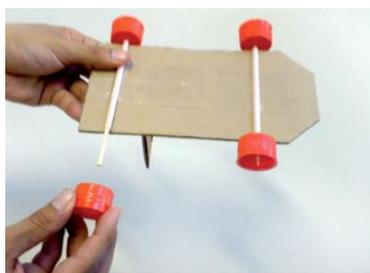


Figura 14: Colocação dos eixos com as rodas

Fonte: o autor

10. Encaixe o balão no furo feito anteriormente no V invertido.

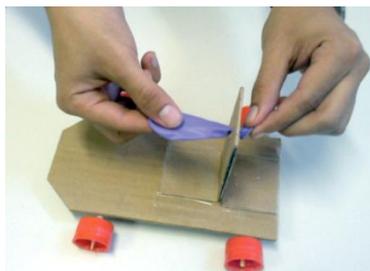


Figura 15: Encaixe e fixação do balão propulsor

Fonte: o autor

11. Seu carrinho está pronto. Para colocá-lo em movimento, passe o balão pelo furo, encha-o e prenda a boca do balão para não escapar o ar. Solte o carrinho e observe o movimento.



Figura 16: Carrinho foguete montado

Fonte: o autor

1. Qual a situação inicial do carrinho?

Antes de realizar o experimento deve-se aguardar um tempo para permitir que os alunos pensem a respeito desta situação proposta e emitam livremente suas opiniões e respostas sobre o que esperam que aconteça para só depois possamos fazer a mediação debatendo essas opiniões e respostas, até que exista um consenso e seja anotado na lousa os resultados esperados.

Esclarecer que segundo a 1ª Lei de Newton, sobre a inércia, um corpo em repouso só altera sua inércia se uma força superior a zero for aplicada sobre ele. Portanto, o carro-foguete permanece em repouso antes do lançamento, visto que ainda não há uma força superior a zero aplicada sobre ele.

2. O que deve ocorrer para que ele entre em movimento?

Antes de realizar o experimento deve-se aguardar um tempo para permitir que os alunos pensem a respeito desta situação proposta e emitam livremente suas opiniões e respostas sobre o que esperam que aconteça para só depois possamos fazer a mediação debatendo essas opiniões e respostas, até que exista um consenso e seja anotado na lousa os resultados esperados.

Esclarecer que quando o prendedor preso a “boca” do balão é aberto para a passagem do ar e da pressão, gera uma força superior a zero, pondo o carro-foguete em movimento.

3. Que posição deverá ser posto o balão para o carrinho se mover para frente?
4. Por que ao soltar o balão o carrinho se movimenta no sentido contrário ao ar expelido?
5. Por que construir e lançar o carrinho foguete?
6. Podemos solta-lo em qualquer superfície ou apenas em superfície lisa e plana?
7. Por que utilizar papelão na construção do carrinho e não outro material?

Antes de realizar os experimentos relativos as questões propostas de três a sete, deve-se aguardar um tempo, em cada questão, para permitir que os alunos pensem a respeito das situações propostas e emitam livremente suas opiniões e respostas sobre o que esperam que aconteça para só depois possamos fazer a mediação debatendo essas opiniões e respostas, até que exista um consenso e seja anotado na lousa os resultados esperados.

3.1.3.3. Princípio de Funcionamento.

Segundo a fórmula " $\text{Força} = \text{Massa} \times \text{Aceleração}$ ", entende-se que a força é proporcional ao produto da massa multiplicada pela aceleração do corpo. A bomba de ar corresponde a força, e o peso do carro-foguete corresponde a massa. A aceleração varia de acordo com a pressão exercida pela bomba de ar: quanto mais pressão, maior a aceleração e distância (levando em consideração de que nenhum outro corpo interrompa o percurso do carro-foguete e que este não estoure devido ao excesso de pressão). Quando bombeamos o ar para dentro do balão do carro-foguete, é exercida uma força. Ao atingir uma pressão suficiente para um bom deslocamento do carro-foguete, a abertura do balão é aberta, de forma que haja o deslocamento. Através da força da expulsão do ar o carro-foguete é impulsionado para frente com a mesma intensidade e sentido oposto.

Resumindo:

- ▶ O ar entra;
- ▶ O acumulo de ar gera a pressão;
- ▶ Quando o balão abre, o ar de dentro tende a se expandir para ter a mesma pressão do ar de fora;
- ▶ Esse processo de equilíbrio empurra o ar que cria um jato;
- ▶ Esse jato propulsiona o carrinho.

Finalmente realizamos o experimento, os alunos comparam suas respostas às sete questões acima, com as obtidas na atividade experimental, estabelecendo-se desta forma, a cognição com as três Leis de Newton.

Esta atividade aprofunda o ensino de tecnologia e oferece aos alunos a oportunidade de modificarem seus projetos de carrinhos para melhorar o desempenho. Exemplos: usar um balão maior, passar cola de silicone na parte externa das rodas para aumentar o atrito destas com o piso.

Após a realização dos experimentos, deve ser promovido um fechamento desse momento pedagógico, através da associação do concreto obtido através desta aula experimental com o abstrato apresentado na aula teórica, deixando que os alunos falem livremente sobre como vivenciaram esta metodologia e se conseguiram observar, associar e assimilar, com mais clareza e menos dificuldade, as Leis de Newton, com o carrinho foguete, sendo observado como objeto científico. Após a livre exposição dos alunos, o professor como mediador, deve enfatizar as três Leis de Newton dentro desse experimento, aumentando com isso a assimilação dos conceitos pelos alunos.

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.

Por fim os estudantes encerram as atividades realizando o quarto momento (respondendo a um pós-teste experimental) e o quinto momento (avaliação a próprio punho da metodologia) descritos nos procedimentos didáticos.

3.1.4. Carrinho a elástico e carretel (www.cienciamao.usp.br)

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, atrito e as Leis de Newton.



Figura 17: Carrinho a elástico montado com carretel.

Fonte: o autor

3.1.4.1. Material

- 1 Carretel de linha número 10 ou superior;
- 1 Elástico;
- 1 Vela de parafina média;
- 1 Palito de churrasco ou 1 pedaço de arame duro;
- 1 Fita adesiva;

3.1.4.2. Montagem

1. Cortar um pedaço de vela com um tamanho aproximado de 10 a 20 mm.
2. No lugar onde está o pavio, fazer um furo de 3 a 4 mm.
3. Cortar um pedaço do palito de churrasco com 20 cm de comprimento.
4. Passar esse pedaço de palito pelo elástico enquanto que a outra ponta do elástico é introduzida no furo do carretel.



Figura 18 – Montagem palito e elástico no carretel

Fonte: o autor.

5. Puxar a parte do elástico que está dentro do carretel e passar a extremidade pelo centro do furo da vela.

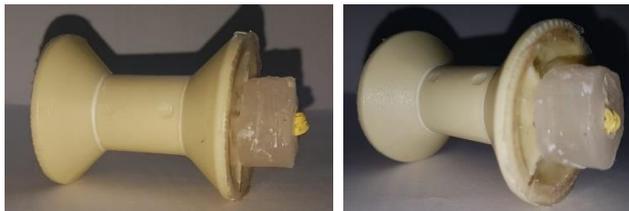


Figura 19 – Montagem do elástico e da vela no carretel
Fonte: o autor.

6. Introduzir o resto do palito de churrasco no elástico.



Figura 20 – Fixação do palito de churrasco no elástico do carretel
Fonte: o autor.

3.1.4.3. Princípio de funcionamento

Ao girar o palito de churrasco, o elástico enrola-se e a energia potencial do mesmo fica acumulada no carrinho. Colocando-se o carrinho sobre uma mesa, o elástico vai tender a se desenrolar. Como o palito pequeno está colado ao corpo do carretel com fita adesiva, somente o palito grande, que está apoiado na vela e tem a possibilidade de girar, teria possibilidade de fazê-lo. Porém, a mesa impede esse giro, logo quem acaba girando é o carretel, fazendo com que o carrinho se mova.

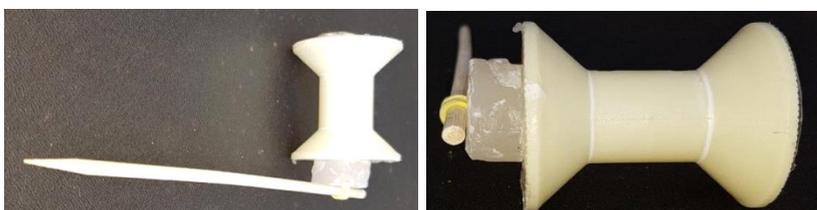


Figura 21 - Carrinho a corda com carretel de madeira montado
Fonte: o autor.

Ocasionalmente, o palito menor pode mover-se, pois o atrito entre ele e o carretel é insuficiente para impedir seu giro, por isso, é necessário cola-lo no carretel com um pedaço de fita adesiva.

Assim, o carretel, depois do palito ser girado, vai iniciar um movimento, bem lento, que pode ser analisado, fazendo-se um gráfico da posição da ponta do palito em função do tempo.



Figura 22 – Montagem: posição da ponta do palito em função do tempo

Fonte: o autor

1. Qual a situação inicial do carrinho?

Antes de realizar o experimento deve-se aguardar um tempo para permitir que os alunos pensem a respeito desta situação proposta e emitam livremente suas opiniões e respostas sobre o que esperam que aconteça para só depois possamos fazer a mediação debatendo essas opiniões e respostas, até que exista um consenso e seja anotado na lousa os resultados esperados.

Esclarecer que segundo a 1ª Lei de Newton, sobre a inércia, um corpo em repouso só altera sua inércia se uma força superior a zero for aplicada sobre ele. Portanto, o carro a elástico e carretel permanece em repouso antes de ser liberado, visto que ainda não há uma força superior a zero aplicada sobre ele.

2. O que deve ocorrer para que ele entre em movimento?

Antes de realizar o experimento deve-se aguardar um tempo para permitir que os alunos pensem a respeito desta situação proposta e emitam livremente suas opiniões e respostas sobre o que esperam que aconteça para só depois possamos fazer a mediação debatendo essas opiniões e respostas, até que exista um consenso e seja anotado na lousa os resultados esperados.

Para que entre em movimento é necessário que giremos o palito maior em qualquer sentido (horário ou anti-horário), dando, no mínimo quinze voltas completas, depois é só colocá-lo sobre uma superfície plana e lisa que vagarosamente ele entra em movimento.

3. Que posição deverá ser posto o palito para o carrinho se mover para frente?

4. Por que construir e lançar o carrinho a elástico?

5. Por que devo soltá-lo numa superfície lisa e plana?

6. Como poderemos elaborar um gráfico da posição da ponta do palito em função do tempo?

Antes de realizar os experimentos relativos as questões propostas de três a seis, deve-se aguardar um tempo, em cada questão, para permitir que os alunos

tenham respeito das situações propostas e emitam livremente suas opiniões e respostas sobre o que esperam que aconteça para só depois possamos fazer a mediação debatendo essas opiniões e respostas, até que exista um consenso e seja anotado na lousa os resultados esperados.

Finalmente realizamos o experimento, os alunos comparam suas respostas às seis questões acima, com as obtidas na atividade experimental, estabelecendo-se desta forma, a cognição com as três Leis de Newton.

Esta atividade aprofunda o ensino de tecnologia e oferece aos alunos a oportunidade de modificarem seus projetos de carrinhos para melhorar o desempenho. Exemplos: 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.

Após a realização dos experimentos, deve ser promovido um fechamento desse momento pedagógico, através da associação do concreto obtido através desta aula experimental com o abstrato apresentado na aula teórica, deixando que os alunos falem livremente sobre como vivenciaram esta metodologia e se conseguiram observar, associar e assimilar, com mais clareza e menos dificuldade, as Leis de Newton, com o carrinho a elástico e carretel, sendo observado como objeto científico. Após a livre exposição dos alunos, o professor como mediador, deve enfatizar as três Leis de Newton dentro desse experimento, aumentando com isso a assimilação dos conceitos pelos alunos.

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.

Por fim os estudantes encerram as atividades realizando o quarto momento (respondendo a um pós-teste experimental) e o quinto momento (avaliação a próprio punho da metodologia) descritos nos procedimentos didáticos.

3.1.5. Discos Flutuantes (www.pontociencia.org.com)

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.



Figura 23: Disco Flutuante
Fonte: o autor

3.1.5.1. Material e Ferramentas

- 1 Balão de látex (balão de aniversário);
- 1 CD ou DVD que possa ser descartado;
- 1 Frasco de supercola ou cola quente;
- 1 Rolha de cortiça;
- 1 Pregão grosso;
- 1 Martelo;
- 1 Caneta.



Figura 24: Material e Ferramentas do Disco Flutuante
Fonte: o autor

3.1.5.2. Montagem

1. Com o martelo e o prego, faça um furo no meio da rolha. Depois de retirado o prego, observe se o furo está bem aberto, permitindo a passagem de ar. Um furo muito largo permitirá que mais ar passe em menos tempo, diminuindo mais o atrito. Porém, isso diminui o tempo de funcionamento.



Figura 25 – Abertura do furo na rolha para passagem de ar

Fonte: o autor

2. Posicione a rolha sobre o furo central do CD e, em seguida, marque com a caneta o círculo do CD sobre a rolha. Esse círculo delimita a região da rolha que não está em contato com o CD.



Figura 26 – Marcação da rolha e do CD

Fonte: o autor

3. Passe cola na região externa ao círculo que você marcou no Passo 2 e cole a rolha ao CD, deixando-a na mesma posição usada para fazer a marcação do círculo, no passo anterior.



Figura 27 – Colagem da rolha no CD

Fonte: o autor

4. Encha o balão com ar e enrole o bico para evitar que o ar escape.



Figura 28 – Enchendo o balão de ar e evitando que o ar escape

Fonte: o autor

5. Prenda o bico do balão à rolha.



Figura 29 - Prendendo o bico do balão à rolha

Fonte: o autor

6. Coloque o disco sobre uma mesa, com o balão para cima.



Figura 30 – Disco flutuante montado

Fonte: o autor

3.1.5.3. Princípio de funcionamento

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. 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. Porém, quando o ar para de circular entre o CD e a mesa, este imediatamente para de flutuar.

1. Qual a situação inicial do disco?

Antes de realizar o experimento deve-se aguardar um tempo para permitir que os alunos pensem a respeito desta situação proposta e emitam livremente suas opiniões e respostas sobre o que esperam que aconteça para só depois possamos fazer a mediação debatendo essas opiniões e respostas, até que exista um consenso e seja anotado na lousa os resultados esperados.

Esclarecer que segundo a 1ª Lei de Newton, sobre a inércia, um corpo em repouso só altera sua inércia se uma força superior a zero for aplicada sobre ele. Portanto, o disco flutuante permanece em repouso antes do lançamento, visto que ainda não há uma força superior a zero aplicada sobre ele.

2. O que deve ocorrer para que ele entre em movimento?

Antes de realizar o experimento deve-se aguardar um tempo para permitir que os alunos pensem a respeito desta situação proposta e emitam livremente suas opiniões e respostas sobre o que esperam que aconteça para só depois possamos fazer a mediação debatendo essas opiniões e respostas, até que exista um consenso e seja anotado na lousa os resultados esperados.

Deve-se encher o balão soprando ar com a boca colada a rolha presa ao disco, para seu interior até que o mesmo fique bem cheio, fechamos a entrada de ar com o dedo tampando a o furo da rolha, fazendo que o ar permaneça armazenado em seu interior com uma pressão interna maior do que a pressão atmosférica externa. Assim ao tirarmos o dedo do furo da rolha liberamos essa pressão interna, que cria um jato de ar que mantém o conjunto disco, rolha e balão suspensos da ordem de quatro a seis milímetros acima da mesa ou superfície e com um leve toque ele se desloca com extrema velocidade, já que esse “colchão de ar” formado sob o disco faz que o deslocamento do mesmo ocorra sem atrito, demonstrando que seu deslocamento sem atrito é muito superior quando comparado quando o balão está vazio e o atrito entre a mesa e o disco se faz presente.

Resumindo:

- ▶ O ar entra;
- ▶ O acúmulo de ar gera a pressão;
- ▶ Quando o balão abre, o ar de dentro tende a se expandir para ter a mesma pressão do ar de fora;
- ▶ Esse processo de equilíbrio empurra o ar que cria um jato;
- ▶ Esse jato propulsiona o disco que flutua sobre a mesa sem atrito.

3. Por que construir e lançar o disco flutuante?

4. Por que devo soltá-lo numa superfície lisa e plana?

Antes de realizar os experimentos relativos as questões propostas três e quatro, deve-se aguardar um tempo, em cada questão, para permitir que os alunos pensem a respeito das situações propostas e emitam livremente suas opiniões e respostas sobre o que esperam que aconteça para só depois possamos fazer a mediação debatendo essas opiniões e respostas, até que exista um consenso e seja anotado na lousa os resultados esperados.

Finalmente realizamos o experimento, os alunos comparam suas respostas às sete questões acima, com as obtidas na atividade experimental, estabelecendo-se desta forma, a cognição com as três Leis de Newton.

Esta atividade aprofunda o ensino de tecnologia e oferece aos alunos a oportunidade de modificarem seus projetos usando balões maiores, seringas de plástico de dez mililitros e tampas de detergente usado para lavar louças, aumentando o tempo de flutuação e facilitando a abertura e o fechamento do balão do disco flutuante.

Após a realização dos experimentos, deve ser promovido um fechamento desse momento pedagógico, através da associação do concreto obtido através desta aula experimental com o abstrato apresentado na aula teórica, deixando que os alunos falem livremente sobre como vivenciaram esta metodologia e se conseguiram observar, associar e assimilar, com mais clareza e menos dificuldade, as Leis de Newton, com o carrinho foguete, sendo observado como objeto científico. Após a livre exposição dos alunos, o professor como mediador, deve enfatizar as três Leis de Newton dentro desse experimento, aumentando com isso a assimilação dos conceitos pelos alunos.

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.

Por fim os estudantes encerram as atividades realizando o quarto momento (respondendo a um pós-teste experimental) e o quinto momento (avaliação a próprio punho da metodologia) descritos nos procedimentos didáticos.

3.1.6. 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.



Figura 31: Carrinhos de Brinquedo

Fonte: o autor

1. Quando se fala em movimento qual o primeiro pensamento de vocês?
2. De que maneira vocês poderiam definir o fenômeno movimento?
3. O que é um percurso?
4. Como se marca a distância percorrida por um corpo em movimento?
5. Sabendo a distância percorrida por um corpo e o tempo gasto no percurso, qual a importante grandeza da Física que pode ser calculada?
6. É possível saber a aceleração de um corpo se você tem o conhecimento da velocidade média desse corpo ao longo de uma trajetória definida?
7. Se colocarmos um boneco em cima do carrinho e empurrarmos o carrinho com força, o que acontece com o boneco?
8. Se colocarmos um boneco em cima do carrinho e empurrarmos o carrinho até colidir com outro carrinho de mesma massa em repouso, o que acontece com o boneco?
9. O que deve acontecer quando um carrinho colide com o outro em repouso?
10. No caso de um carrinho colide com o outro estando ambos se movendo antes e depois da colisão no mesmo sentido, como será o comportamento de ambos após essa colisão?
11. Se dois carrinhos colidem frontalmente e após a colisão se deslocam em sentidos contrários, qual seria o motivo para esses deslocamentos nesses sentidos opostos?

Antes de realizar o experimento deve-se aguardar um tempo para permitir que os alunos pensem a respeito destas situações listadas de um a onze, que serão fruto do experimento com esses carrinhos e emitam livremente suas opiniões e respostas

sobre o que esperam que aconteça para só depois possamos fazer a mediação debatendo essas opiniões e respostas, até que exista um consenso e seja anotado na lousa os resultados esperados.



Figura 32: Carrinho em movimento no sentido de colisão com outro em repouso.

Fonte: o autor

Finalmente realizamos o experimento, os alunos comparam suas respostas às sete questões acima, com as obtidas na atividade experimental, estabelecendo-se desta forma, a cognição com as três Leis de Newton.

Após a realização dos experimentos, deve ser promovido um fechamento desse momento pedagógico, através da associação do concreto obtido através desta aula experimental com o abstrato apresentado na aula teórica, deixando que os alunos falem livremente sobre como vivenciaram esta metodologia e se conseguiram observar, associar e assimilar, com mais clareza e menos dificuldade, as Leis de Newton, com o carrinho foguete, sendo observado como objeto científico. Nesse momento pedagógico ainda deverá ser incluso um estudo feito em conjunto entre alunos e professor, analisando cada colisão, seguindo este roteiro:

- Como se deu a observação do par ação-reação?
- Qual carrinho agiu e qual reagiu?
- Onde está a ação e onde está a reação em cada colisão?

Após a livre exposição dos alunos, o professor como mediador, deve enfatizar as três Leis de Newton dentro desse experimento, aumentando com isso a assimilação dos conceitos pelos alunos.

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.

Por fim os estudantes encerram as atividades realizando o quarto momento (respondendo a um pós-teste experimental) e o quinto momento (avaliação a próprio punho da metodologia) descritos nos procedimentos didáticos.

3.1.7. Carrinhos Montados com LEGO Education

Para escolas que dispõem desta tecnologia, o exemplo anterior pode ser realizado com o brinquedo LEGO que atende todas as faixas de idade, desde 2 anos até a fase adulta. Colocando-os em 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.

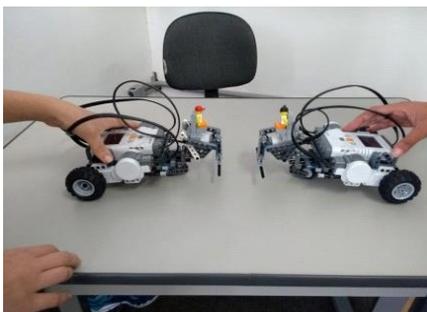


Figura 33: Carrinhos montados com LEGO Education.

Fonte: o autor

1. Quando se fala em movimento qual o primeiro pensamento de vocês?
2. De que maneira vocês poderiam definir o fenômeno movimento?
3. O que é um percurso?
4. Como se marca a distância percorrida por um corpo em movimento?
5. Sabendo a distância percorrida por um corpo e o tempo gasto no percurso, qual a importante grandeza da Física que pode ser calculada?
6. É possível saber a aceleração de um corpo se você tem o conhecimento da velocidade média desse corpo ao longo de uma trajetória definida?
7. Se colocarmos um boneco em cima do carrinho e ligarmos o carrinho com velocidade alta, o que acontece com o boneco?
8. Se colocarmos um boneco em cima do carrinho e ligarmos o carrinho até colidir com outro carrinho de mesma massa em repouso, o que acontece com o boneco?

Antes de realizar os experimentos deve-se aguardar um tempo para permitir que os alunos pensem a respeito desta oito questões propostas e emitam livremente suas opiniões e respostas sobre o que esperam que aconteça para só depois possamos fazer a mediação debatendo essas opiniões e respostas, até que exista um consenso e seja anotado na lousa os resultados esperados.

9. Qual a situação inicial do carrinho?

Antes de realizar o experimento deve-se aguardar um tempo para permitir que os alunos pensem a respeito desta situação proposta e emitam livremente suas opiniões e respostas sobre o que esperam que aconteça para só depois possamos fazer a mediação debatendo essas opiniões e respostas, até que exista um consenso e seja anotado na lousa os resultados esperados.

Esclarecer que segundo a 1ª Lei de Newton, sobre a inércia, um corpo em repouso só altera sua inércia se uma força superior a zero for aplicada sobre ele. Portanto, o carro de LEGO permanece em repouso antes do lançamento, visto que ainda não há uma força superior a zero aplicada sobre ele.

Além das nove questões acima, são sugeridas as seguintes colisões:

10. Um carrinho colide com o outro em repouso (figura 34).

11. Um carrinho colide com o outro estando ambos se movendo antes e depois da colisão no mesmo sentido

12. Dois carrinhos colidem frontalmente e após a colisão se deslocam em sentidos contrários.

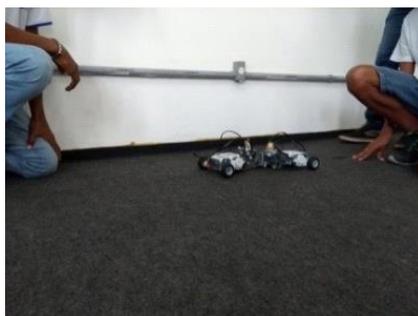


Figura 34: Carrinhos em movimento de colisão frontal.

Fonte: o autor

Realizamos o experimento, os alunos comparam suas respostas às doze questões acima, com as obtidas na atividade experimental, estabelecendo-se desta forma, a cognição com as três Leis de Newton.

Após a realização dos experimentos, deve ser promovido um fechamento desse momento pedagógico, através da associação do concreto obtido através desta aula experimental com o abstrato apresentado na aula teórica, deixando que os alunos falem livremente sobre como vivenciaram esta metodologia e se conseguiram observar, associar e assimilar, com mais clareza e menos dificuldade, as Leis de Newton, com o carrinho foguete, sendo observado como objeto científico. Nesse

momento pedagógico ainda deverá ser incluso um estudo feito em conjunto entre alunos e professor, analisando cada colisão, seguindo este roteiro:

- Como se deu a observação do par ação-reação?
- Qual carrinho agiu e qual reagiu?
- Onde está a ação e onde está a reação em cada colisão?

Após a livre exposição dos alunos, o professor como mediador, deve enfatizar as três Leis de Newton dentro desse experimento, aumentando com isso a assimilação dos conceitos pelos alunos.

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.

Por fim os estudantes encerram as atividades realizando o quarto momento (respondendo a um pós-teste experimental) e o quinto momento (avaliação a próprio punho da metodologia) descritos nos procedimentos didáticos.

3.1.8. Barco à Vapor (Manual do Mundo)

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.



Figura 35: Barco a vapor.

Fonte: o autor

3.1.8.1. Material e ferramentas.

- 1 Peça de isopor;
- 1 Lata de alumínio de 300 ml;
- 2 Velas de parafina médias, cortadas ao meio;
- 2 Canudinhos que flexionam a ponta;
- 1 Tubo de cola epóxi Araudite de secagem rápida (10 min);
- 1 Pistola de cola quente;
- 1 Tesoura;
- 1 Estilete;
- 1 Caneta ponta porosa de escrever em CD;
- 1 Rolo de fita crepe;
- 1 Isqueiro;
- 1 Peça de papelão;
- 1 Peça de madeira;
- 3 Moldes (apêndices A e B).

3.1.8.2. Montagem

1. Cortar a parte de cima, da lata de alumínio no sentido transversal, começando com um rasco com o estilete e depois utilizando a tesoura.



Figura 36: Barco a vapor etapa de montagem 01.

Fonte: o autor

2. Cortar a lata de alumínio no sentido longitudinal (da tampa para o fundo), chegando antes do fundo faça uma curva e continue cortando até liberar totalmente o fundo da lata.



Figura 37: Barco a vapor etapa de montagem 02.

Fonte: o autor

3. Dobrar a folha de alumínio resultante da lata ao meio deixando desalinhadas os topos em aproximadamente 2 (dois) milímetros.



Figura 38: Barco a vapor etapa de montagem 03.

Fonte: o autor

4. Cole um pedaço de fita crepe nestas extremidades desalinhadas de 2 mm mantendo-as fixas.



Figura 39: Barco a vapor etapa de montagem 04.

Fonte: o autor

5. Colocar a madeira sobre a dobra e pressionar, para criar um vinco na folha de alumínio.



Figura 40: Barco a vapor etapa de montagem 05.

Fonte: o autor

6. Colar o molde nº1 do apêndice A na folha de alumínio dobrada e cortar de acordo com o molde.



Figura 41: Barco a vapor etapa de montagem 06.

Fonte: o autor

7. Reservar o pedaço da lata que sobrou. Colar o molde preso ao alumínio sobre a aresta da madeira e dobrar.

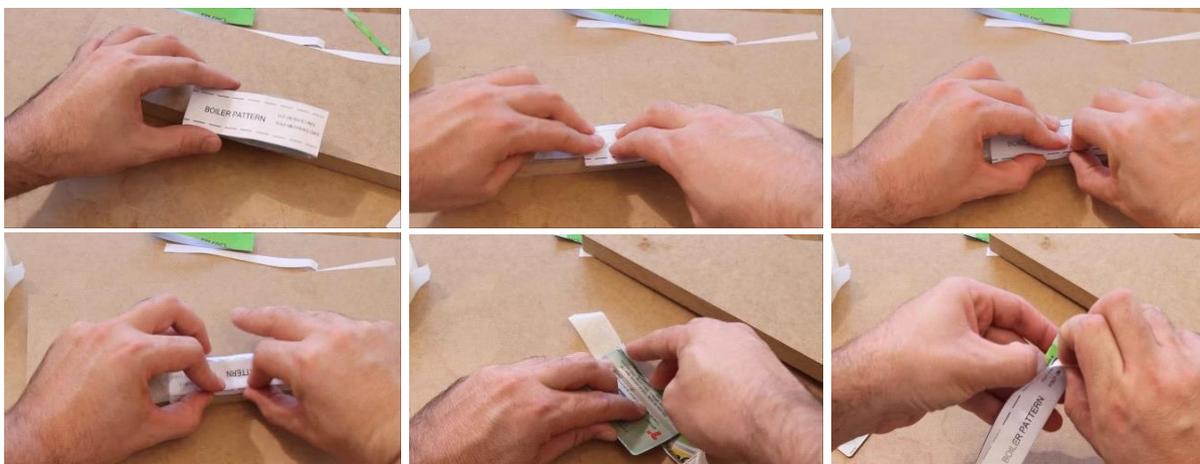


Figura 42: Barco a vapor etapa de montagem 07.

Fonte: o autor

8. Retirar a fita adesiva colocada inicialmente na extremidade e terminar a dobra colocando a madeira sobre do alumínio, pressionando com força até ficar completamente plana.

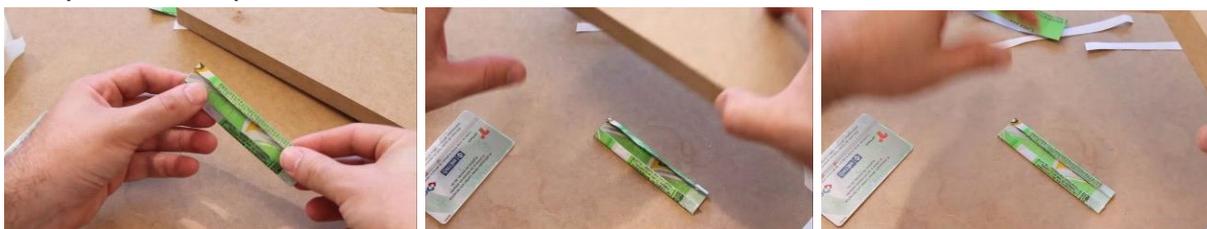


Figura 43: Barco a vapor etapa de montagem 08.

Fonte: o autor

9. Colocar três canudinhos na extremidade semiaberta do alumínio.

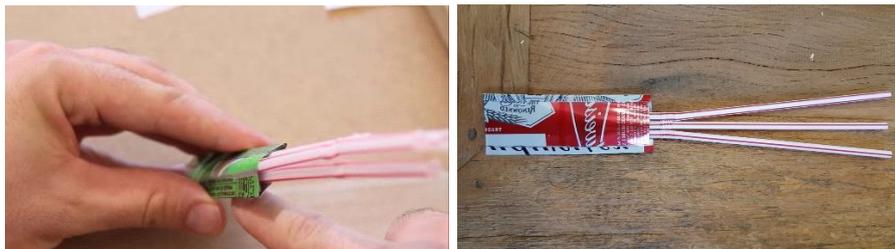


Figura 44: Barco a vapor etapa de montagem 09.

Fonte: o autor

10. Colar pedaços de fita no alumínio e colar em um pedaço de papelão.



Figura 45: Barco a vapor etapa de montagem 10.

Fonte: o autor

11. Preparar um pouco de cola e colar as partes do alumínio que foram dobradas, com ajuda da chapa que foi reservada, empurrar a cola em todos os pontos dobrados, mesmo os mais fechados.



Figura 46: Barco a vapor etapa de montagem 11.

Fonte: o autor

12. Enquanto a cola seca marque 4 cm a partir da dobra do canudinho e corte os canudinhos no lugar marcado.



Figura 47: Barco a vapor etapa de montagem 12.

Fonte: o autor

13. Preparar mais pouco de cola e passe na extremidade cortada deixando um espaço de 1 cm sem cola antes da dobra.



Figura 48: Barco a vapor etapa de montagem 13.

Fonte: o autor

14. Colar os canudinhos com cola dentro do alumínio, completar os espaços vazios entre o canudinho e o alumínio com cola e deixar a cola secar.



Figura 49: Barco a vapor etapa de montagem 14.

Fonte: o autor

15. Colocar o alumínio dentro de um copo com água e soprar os canudinhos com bastante força verificando se irão aparecer bolhas de ar na água, caso ocorram bolhas deve ser passada mais cola e novamente testar na água.



Figura 50: Barco a vapor etapa de montagem 15.

Fonte: o autor

16. Recortar o molde nº 2 do apêndice A para o apoio dos canudinhos.

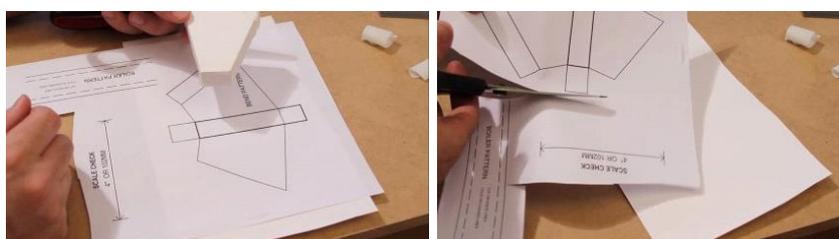


Figura 51: Barco a vapor etapa de montagem 16.

Fonte: o autor

17. Colar dois pedaços de fita crepe no verso do molde colar numa folha de cartolina ou papelão e cortar o molde nas linhas assinaladas.

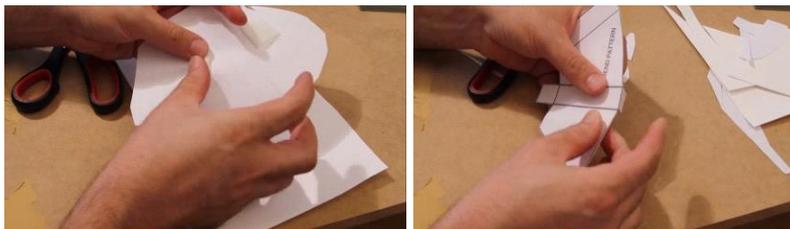


Figura 52: Barco a vapor etapa de montagem 17.

Fonte: o autor

18. Dobrar o molde de acordo com as instruções impressas nele. Pegar o alumínio preso aos canudinhos e colocar em volta do triângulo base, feito com o molde, e prender com uma fita crepe.



Figura 53: Barco a vapor etapa de montagem 18.

Fonte: o autor

19. Passar cola quente na parte dobrável do canudinho.



Figura 54: Barco a vapor etapa de montagem 19.

Fonte: o autor

20. Recortar o molde nº 3 do apêndice B do barquinho e colar em cima do isopor.



Figura 55: Barco a vapor etapa de montagem 20.

Fonte: o autor

21. Cortar o isopor nas bordas do molde e no retângulo central para depois tirar o molde.



Figura 56: Barco a vapor etapa de montagem 21.

Fonte: o autor

22. Tirar o conjunto alumínio canudinho do molde e marcar 10 cm da dobra e cortar.

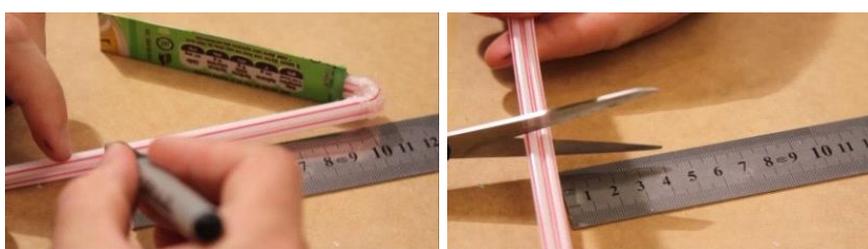


Figura 57: Barco a vapor etapa de montagem 22.

Fonte: o autor

23. Pegar um pedaço de alumínio reservado, dobrar ele no meio no sentido contrário à sua curvatura natural.



Figura 58: Barco a vapor etapa de montagem 23.

Fonte: o autor

24. Dar dois cortes simétricos de um centímetro numa das extremidades do alumínio.

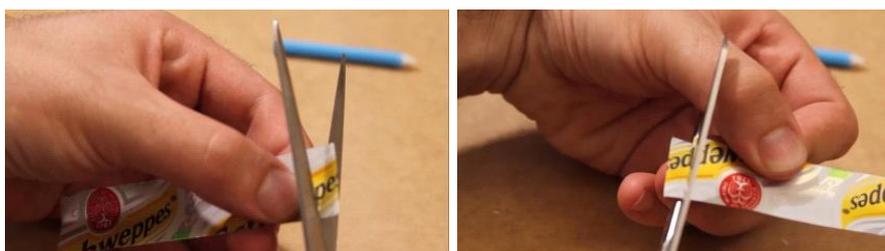


Figura 59: Barco a vapor etapa de montagem 24.

Fonte: o autor

25. Virar as duas pontas, para poder abraçar a vela e encaixe um terço da vela.



Figura 60: Barco a vapor etapa de montagem 25.

Fonte: o autor

26. Passar os canudinhos pelo buraco feito na base do isopor e passar um elástico perto do buraco e outro na ponta ou passe cola para isopor nos canudinhos para fixá-los ao fundo do barco.



Figura 61: Barco a vapor etapa de montagem 26.

Fonte: o autor

27. Encher os canudinhos com água, jogando a água em um canudinho até que a água comece a sair pelo outro canudinho.

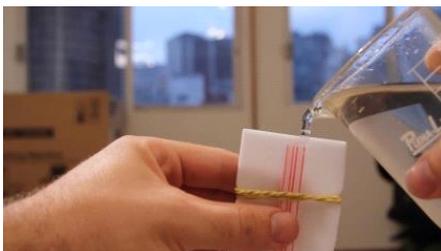


Figura 62: Barco a vapor etapa de montagem 27.

Fonte: o autor

28. Depois de cheios tampe e agite para que a água espalhe bem dentro do alumínio.

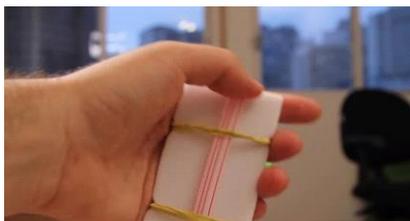


Figura 63: Barco a vapor etapa de montagem 28.

Fonte: o autor

29. Encaixe a vela sob o alumínio, bem no meio do alumínio (boiler) com os elásticos ou com cola para isopor.



Figura 64: Barco a vapor etapa de montagem 29.
Fonte: o autor

30. Coloque o barquinho na água, acenda a vela, e deixe-o navegar.

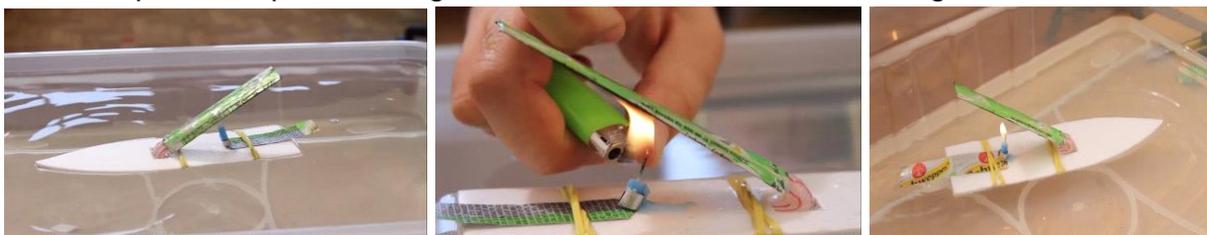


Figura 65: Barco a vapor etapa de montagem 30.
Fonte: o autor

3.1.8.3. Princípio de funcionamento

O barquinho a vapor é uma máquina térmica, que transforma o calor da chama da vela, em movimento, ou seja, energia térmica em energia mecânica, fazendo o barco se mover através da 3ª Lei de Newton - Lei da Ação e Reação.

Dentro do aquecedor tem gotas de água, ao acender a vela, ela aquece as gotas que passam de 100°C e se transformam em vapor.

O vapor d'água ocupa muito mais espaço do que a água líquida, porque ao ceder calor a água no estado líquido aumenta-se a temperatura, ou seja, o nível de agitação das moléculas da água, aumentando as colisões e fazendo com que se expanda, mudando do estado líquido para o estado de vapor. Isso faz com que a água esteja armazenada no canudinho de baixo, seja empurrada pelo vapor para fora do barco, formando um pequeno jato, observando o princípio da ação e reação.

O vapor ao entrar em contato com a água fria, muda de estado e volta para a fase de água líquida, ficando com sua pressão com valores inferiores a pressão atmosférica, que empurra a água de volta para o depósito de alumínio repetindo o ciclo.

Quando o vapor sai o barquinho vai para frente, mas e quando a água fria entra, o barquinho ele irá para trás?

Resposta: Não, porque a água que entra está indo para frente e o barquinho está indo para trás e esse movimento relativo entre o barquinho e a água é contrário, assim o barquinho e a água sofrem um pequeno choque, não alterando o movimento do barco. Resumindo:

O funcionamento dele é simples: o barquinho se movimenta porque há pequenas gotas de água dentro do compartimento de alumínio. Quando essas gotas esquentam, se transformam em vapor e “expulsam” a água que está nos canudinhos, criando um jato de vapor.

Quando o vapor está prestes a sair, entra em contato com a água fria, fazendo com que ele esfrie e se transforme em líquido novamente.

Com a diminuição de temperatura, diminui também a pressão dentro do compartimento de alumínio, fazendo com que a água volte para lá, esquentando novamente, recomeçando o ciclo.

1. Qual a situação inicial do barquinho?

Antes de realizar o experimento deve-se aguardar um tempo para permitir que os alunos pensem a respeito desta situação proposta e emitam livremente suas opiniões e respostas sobre o que esperam que aconteça para só depois possamos fazer a mediação debatendo essas opiniões e respostas, até que exista um consenso e seja anotado na lousa os resultados esperados.

Esclarecer que segundo a 1ª Lei de Newton, sobre a inércia, um corpo em repouso só altera sua inércia se uma força superior a zero for aplicada sobre ele. Portanto, o barquinho permanece em repouso antes de acender a vela e enquanto a água dentro do boiler não atingir a temperatura de ebulição, visto que ainda não há uma força superior a zero aplicada sobre ele.

2. O que deve ocorrer para que ele entre em movimento?

Antes de realizar o experimento deve-se aguardar um tempo para permitir que os alunos pensem a respeito desta situação proposta e emitam livremente suas opiniões e respostas sobre o que esperam que aconteça para só depois possamos fazer a mediação debatendo essas opiniões e respostas, até que exista um consenso e seja anotado na lousa os resultados esperados.

Reforçar que devem ocorrer dois momentos, primeiro acender a vela, e, segundo a água no interior do boiler atingir o ponto de ebulição, formando um jato de vapor que empurra a água fria para trás e a água fria, impulsiona o barquinho para a frente, pela terceira Lei de Newton, ou seja, por ação e reação.

3. Quando se fala em movimento qual o primeiro pensamento de vocês?
4. De que maneira vocês poderiam definir o fenômeno movimento?
5. O que é um percurso?
6. Como se marca a distância percorrida por um corpo em movimento?
7. Sabendo a distância percorrida por um corpo e o tempo gasto no percurso, qual a importante grandeza da Física que pode ser calculada?
8. É possível saber a aceleração de um corpo se você tem o conhecimento da velocidade média desse corpo ao longo de uma trajetória definida?
9. Qual seria a importância de se construir e lançar o barquinho a vapor?

Antes de realizar os experimentos relativos as questões propostas de um a sete, deve-se aguardar um tempo, em cada questão, para permitir que os alunos pensem a respeito das situações propostas e emitam livremente suas opiniões e respostas sobre o que esperam que aconteça para só depois possamos fazer a mediação debatendo essas opiniões e respostas, até que exista um consenso e seja anotado na lousa os resultados esperados.

Realizamos os experimentos, os alunos comparam suas respostas às nove questões acima, com as obtidas na atividade experimental, estabelecendo-se desta forma, a cognição com as três Leis de Newton.

Esta atividade aprofunda o ensino de tecnologia, oferece aos alunos a oportunidade de desenvolverem habilidades manuais e cognitivas melhorando seus desempenhos, além de estimularem a criatividade através do desenvolvimento de novos modelos de barcos, com maiores dimensões, com dois ou três “motores”, uso de outros materiais e novos formatos para o casco (caixas de leite longa vida, caixas de suco de frutas, garrafas tipo PET, dentre outros).

Após a realização dos experimentos, deve ser promovido um fechamento desse momento pedagógico, através da associação do concreto obtido através desta aula experimental com o abstrato apresentado na aula teórica, deixando que os alunos falem livremente sobre como vivenciaram esta metodologia e se conseguiram observar, associar e assimilar, com mais clareza e menos dificuldade, as Leis de Newton, com o barquinho a vapor, sendo observado como objeto científico. Após a livre exposição dos alunos, o professor como mediador, deve enfatizar as três Leis de Newton dentro desse experimento, aumentando com isso a assimilação dos conceitos pelos alunos.

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.

Por fim os estudantes encerram as atividades realizando o quarto momento (respondendo a um pós-teste experimental) e o quinto momento (avaliação a próprio punho da metodologia) descritos nos procedimentos didáticos.

3.1.9. Experimento da moeda, papel e copo (Manual do Mundo)

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.



Figura 66: Copo, papel e moeda.
Fonte: o autor

3.1.9.1. Material

- 1 Copo de vidro de “boca larga” transparente de 300 ml
- 1 Moeda de qualquer valor;
- 1 Peçaço de papel tipo sulfite ou 1 pedaço de papelão;

3.1.9.2. Montagem

1. Apoiar o copo sobre uma mesa plana.



Figura 67: Copo etapa 01.
Fonte: o autor

2. Colocar sobre o copo o pedaço de papel ou papelão.



Figura 68: Copo etapa 02.
Fonte: o autor

3. Colocar a moeda sobre o pedaço de papel ou papelão.



Figura 69: Copo etapa 03.

Fonte: o autor

3.1.9.3. Princípio de funcionamento

Simplesmente puxar o papel com uma velocidade média e ver a moeda ficar inerte, até o papel ou papelão sair debaixo dela e ela cair dentro do copo (mesmo processo que os mágicos usam para puxar uma toalha sobre uma mesa cheia de copos, porcelanas e talheres, sem que os mesmos saiam do lugar).

1. Em que estado se encontram a moeda, o papel ou papelão e o copo?
2. Se puxarmos o papel bem devagar o que acontecerá com a moeda?
3. Se puxarmos o papel rápido ou muito rápido o que acontecerá com a moeda? E com o copo?

Antes de realizar o experimento deve-se aguardar um tempo para permitir que os alunos pensem a respeito desta situação proposta e emitam livremente suas opiniões e respostas sobre o que esperam que aconteça para só depois possamos fazer a mediação debatendo essas opiniões e respostas, até que exista um consenso e seja anotado na lousa os resultados esperados.

Esta atividade aprofunda os conhecimentos e desmistifica o segredo da magia associada a ela, mostrando que o que ocorre são fenômenos físicos e não magia, ainda oferece aos alunos a oportunidade de desenvolverem habilidades manuais e cognitivas.

Após a realização dos experimentos, deve ser promovido um fechamento desse momento pedagógico, através da associação do concreto obtido através desta aula experimental com o abstrato apresentado na aula teórica, deixando que os alunos falem livremente sobre como vivenciaram esta metodologia e se conseguiram observar, associar e assimilar, com mais clareza e menos dificuldade, as Leis de Newton, com a moeda, papel e copo, sendo observados como objetos científicos. Após a livre exposição dos alunos, o professor como mediador, deve enfatizar as três

Leis de Newton dentro desse experimento, aumentando com isso a assimilação dos conceitos pelos alunos.

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.

Por fim os estudantes encerram as atividades realizando o quarto momento (respondendo a um pós-teste experimental) e o quinto momento (avaliação a próprio punho da metodologia) descritos nos procedimentos didáticos.

4. 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.

DISCOS FLUTUANTES. Disponível em <http://pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/discos-flutuantes/333>. Acessado em 24 de março de 2018 às 14 horas.

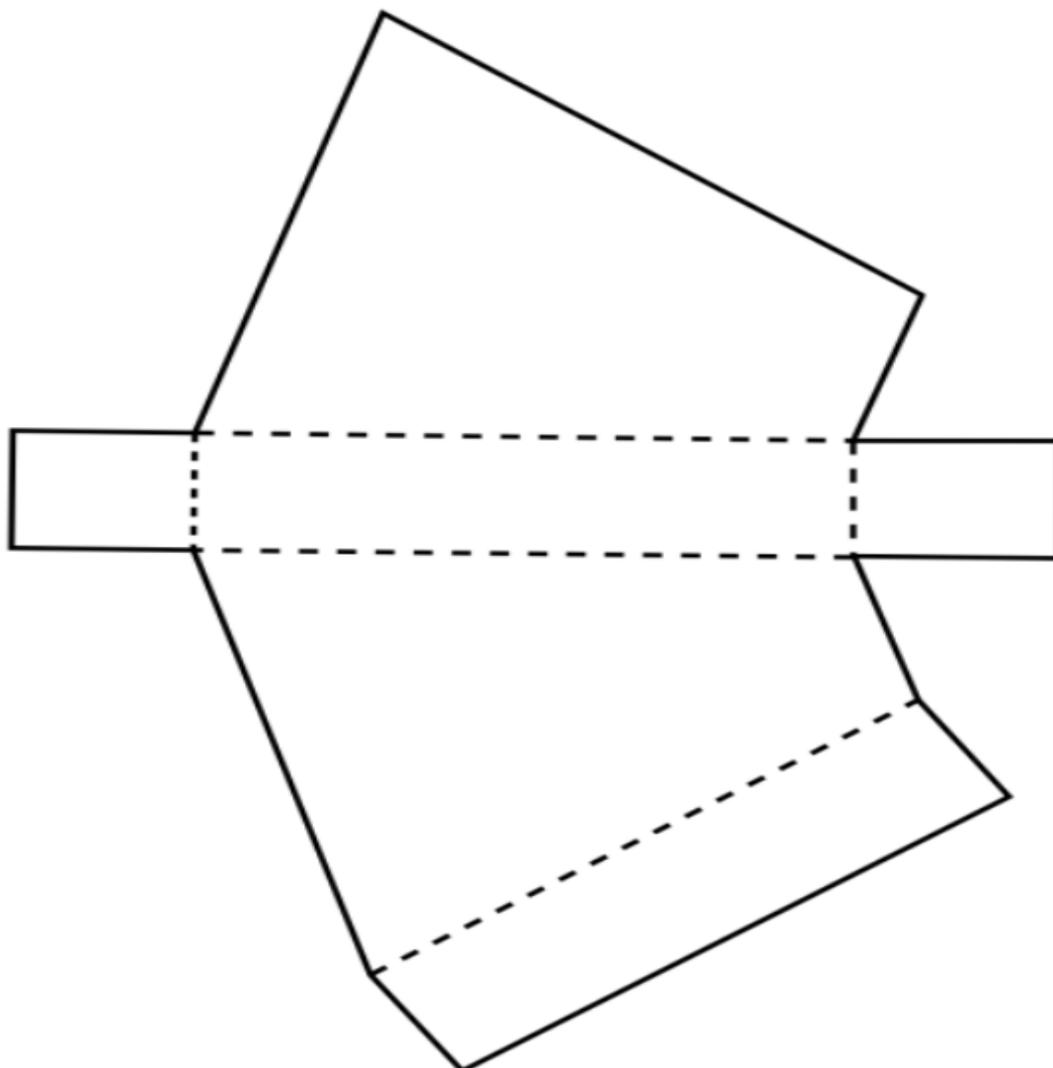
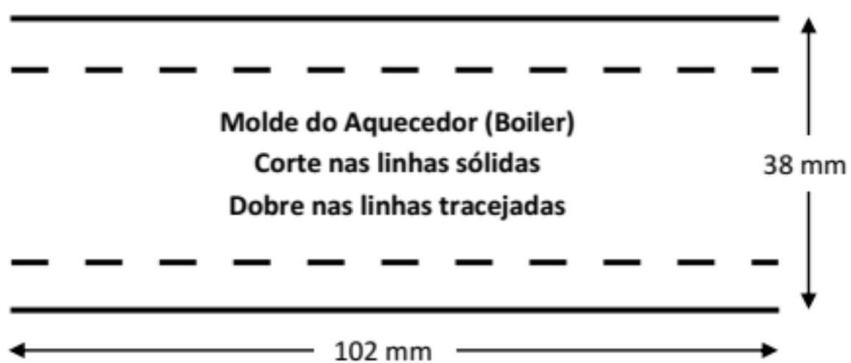
MANUAL DO MUNDO. Disponível em https://www.youtube.com/channel/UCKHhA5hN2UohhFDfNXB_cvQ. Acessado em 25 de junho de 2017 às 14 horas.

PIMENTEL, E.C.B.; VERDEAUX, M.F.S. “A Física nos brinquedos: o brinquedo como recurso institucional no ensino da terceira lei de Newton”. <http://www.cienciamao.usp.br/dados/snef/_afisicanosbrinquedossobri.trabalho.pdf>. XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, p.1-10, 2009. Acesso em: 24 de outubro de 2017.

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

5. APÊNCICES

5.1. Apêndice A – Molde padrão para a caldeira do barco a vapor



5.2. Apêndice B – Molde padrão para o casco do barco a vapor.

