



PRODUTO EDUCACIONAL

Gedmar Santos Carvalho

Orientador: Prof. Dr. Pierre Schwartz Augé

PROPOSTA DIDÁTICA DIFERENCIADA PARA O ESTUDO DOS PRINCÍPIOS DA DINÂMICA, EM NÍVEL FUNDAMENTAL, COM ÊNFASE NA EXPERIMENTAÇÃO E NA HISTÓRIA DA CIÊNCIA

Campos dos Goytacazes/RJ

2019

APRESENTAÇÃO

Caro professor,

Este produto didático se destina a alunos do nono ano do ensino fundamental II (Estado do Rio de Janeiro). O tema é a dinâmica newtoniana, mais especificamente, as chamadas leis de Newton. A sequência segue uma lógica pautada nas ideias de Ausubel/Novak. Toda a sua estrutura busca verificar as concepções prévias do aluno, permitir a reconciliação integradora e a diferenciação progressiva dos conceitos e, por sua vez, propiciar uma aprendizagem significativa.

Duas abordagens, usadas como recursos didáticos, são sublinhadas neste produto didático: a experimentação e o uso da História da Ciência. Além disso, foi explorado o uso de variadas atividades em sala e em outros ambientes não formais. Não haverá rotina durante a aplicação deste produto! Espero que o mesmo possa proporcionar momentos de aprendizado para você e seu aluno.

Quero dizer que ensinar e aprender se vão dando de tal maneira que quem ensina aprende, de um lado, porque reconhece um conhecimento antes aprendido e, de outro, porque, observado a maneira como a curiosidade do aluno aprendiz trabalha para apreender o ensinando-se, sem o que não o aprende, o ensinante se ajuda a descobrir incertezas, acertos, equívocos (FREIRE, 2001, p. 259¹).

Forte abraço e bom trabalho!

Gedmar Carvalho

¹ FREIRE, P. Carta de Paulo Freire aos professores. Estudos avançados 15(42), 2001.

SUMÁRIO

Primeira etapa- Questionário de concepções prévias	118
Segunda etapa- Texto Histórico	123
Terceira etapa- Aula dialogada expositiva	128
Quarta etapa- Questões	135
Quinta etapa- Experimentos	138
Sexta etapa- Texto histórico	142
Sétima etapa- Experimentos	147
Oitava etapa- Gincana de física	149
Nona etapa- Mapa conceitual	151
Décima etapa- Filme " Céu de outubro"	153
Décima primeira etapa- Avaliação final	155
Apêndice I – Acelerômetro em <i>smartphones</i>	161
Apêndice II – Equipamento Experimental	165
Apêndice III – Mapa Conceitual	167

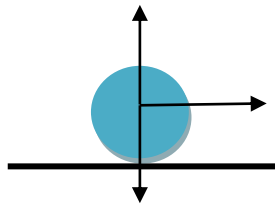
Primeira etapa – Questionário de concepções prévias

Tempo estimado: 50 min.

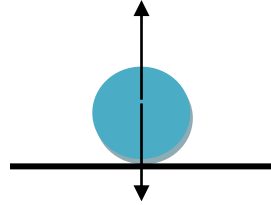
Sugestão de aplicação: individual e sem consulta, de forma escrita ou pelo Google formulário.

1) Um jogador de sinuca dá uma tacada em uma bola de bilhar na direção de uma caçapa. Assinale a alternativa abaixo que representa a(s) força(s) que agem nesta bola um pouco antes de chegar à caçapa.

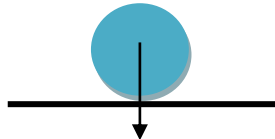
a)



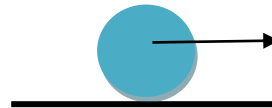
b)



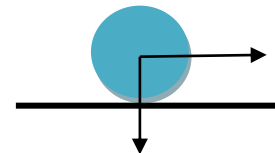
c)



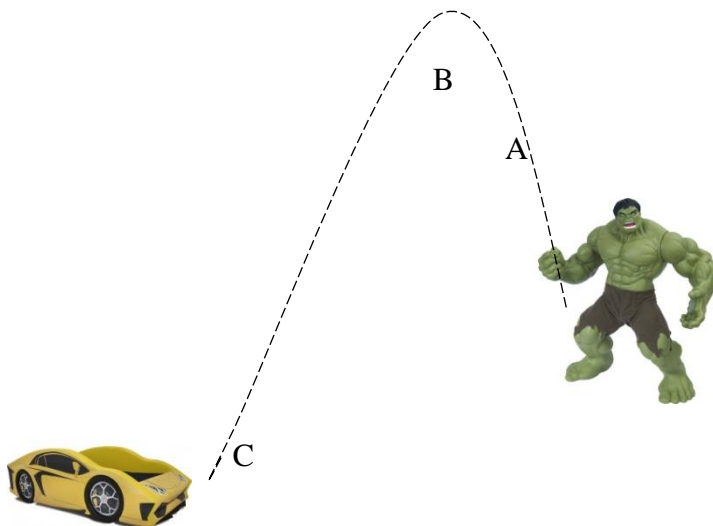
d)



e)

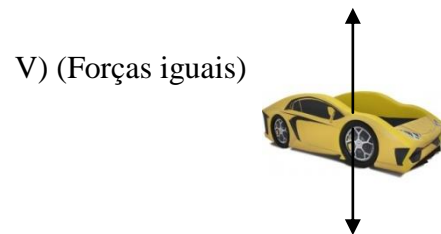
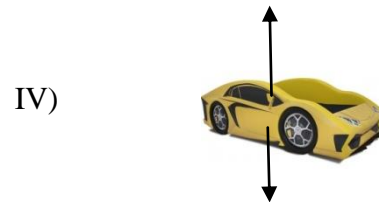
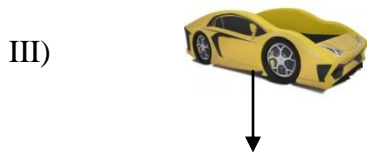
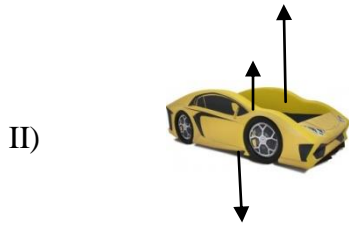
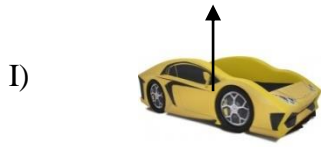


2) O Hulk lança verticalmente um carro como mostra a figura. Os pontos A, B e C identificam algumas posições do carro lançado, sendo B o ponto mais alto da trajetória. É desprezível a resistência do ar.

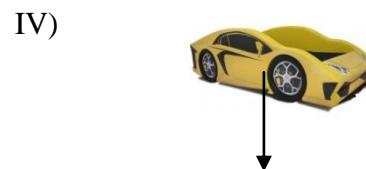
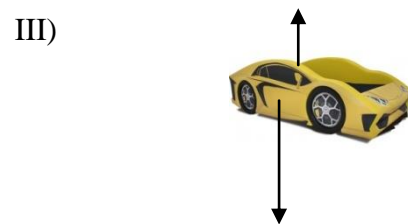
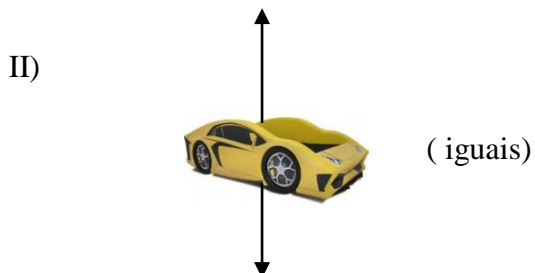
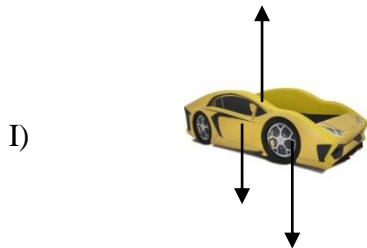


Responda as questões a seguir:

a) No ponto A, o carro está subindo, qual dos esquemas melhor representa a(s) força(s) exercidas no carro.



b) No ponto B, quando o carro atinge a altura máxima, qual esquema melhor representa as força(s) exercida(s) no carro?

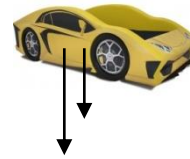


c) No ponto C o carro está descendo, qual esquema melhor representa as força(s) exercida(s) no carro?

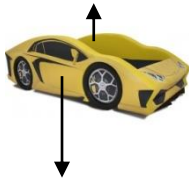
I)



III)



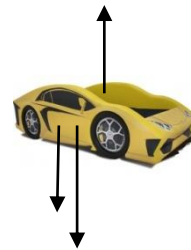
II)



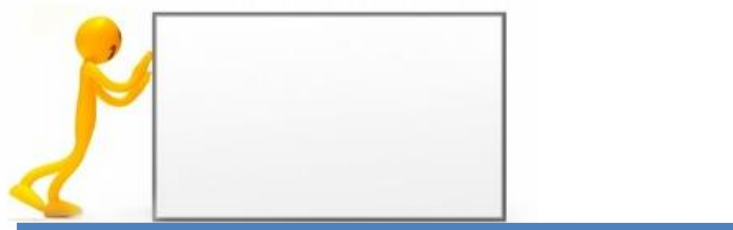
IV)



V)



3) Uma pessoa empurra uma caixa exercendo uma força horizontal sobre ela. A caixa está sobre uma superfície horizontal e com atrito como mostra a figura abaixo. Despreze a resistência do ar sobre a caixa e responda:



a) No começo a pessoa realiza uma força com intensidade um pouco maior que a força de atrito. Então a caixa:

I) Aumentará sua velocidade;

II) Terá velocidade pequena e constante;

III) Terá uma velocidade grande e constante.

b) Se a pessoa exercer uma força com intensidade muito maior que a força de atrito, então ela diminui a intensidade da força, mas a força aplicada continua sendo maior que a força de atrito. Com isso, a velocidade da caixa:

I) Diminui.

II) diminui a princípio mas depois volta a aumentar.

III) Permanece constante.

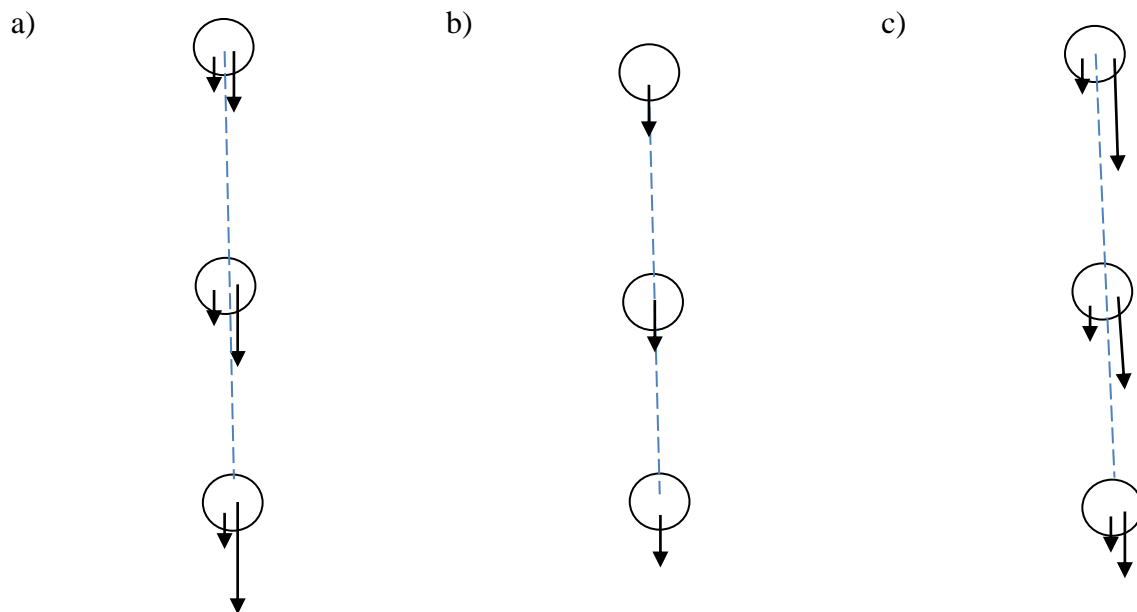
c) Se a pessoa exercer uma força com intensidade muito maior que a força de atrito, então ele diminui a intensidade da força até que ela se iguale a força de atrito. O que acontecerá à caixa?

I) Diminuirá a velocidade até parar.

II) Para logo em seguida;

III) Continuará se movimentando com velocidade constante.

4) Uma pessoa arremessa uma bola de bilhar do alto de uma torre. Considere os esquemas como a representação das forças que agem sobre a bola nas diferentes alturas da trajetória da bola. Despreze a resistência do ar e assinale o esquema que melhor representa essas forças.



5) Vamos analisar o movimento de um bloco sobre três superfícies horizontais diferentes como mostram as figuras abaixo:

Situação 1:



Situação 2:



Situação 3:



Em todas as situações, o bloco é lançado da mesma posição com a mesma velocidade inicial. Diante disso:

- a) O que possibilitou o bloco alcançar cada vez maiores distâncias?
 - b) Que força foi responsável por isto?
 - c) O que aconteceria se essa força fosse nula?
-
- 6) Por que um boxeador ao atingir um adversário no rosto infringe maiores danos a ele do que a seu punho? Responda baseado na ideia de forças.
-
- 7) Existe uma história muito popular sobre Newton e a maçã, nela Newton estaria debaixo de uma macieira quando vê uma maçã cair e tem uma ideia genial. Você já ouviu esta história? Comente a respeito.
-
- 8) Na sua opinião, que papel desempenha a Ciência para o desenvolvimento da humanidade?
-
- 9) Você acha que os experimentos são a única forma definitiva para provar a validade de uma teoria científica? Por quê?
-
- 10) Você considera os cientistas homens 'normais' que aprenderam o ofício da Ciência ou homens geniais diferentes das pessoas comuns? Fale a respeito.

Segunda etapa – Texto histórico

Tempo estimado: 100 minutos.

Sugestão de aplicação: dividir a turma em grupos para a leitura. Ao final, sortear dois parágrafos para cada grupo discutir.

TUDO O QUE SOBE...: NEWTON²

Duvido que você já tenha conhecido alguém tão inteligente quanto Isaac Newton – eu jamais conheci. Talvez tenha encontrado pessoas tão desagradáveis quanto ele. Ele não gostava da maioria das pessoas, tinha acessos de raiva e achava que quase todo mundo o estava perseguindo. Era reservado, vaidoso e esquecia-se de fazer as refeições. Tinha muitas outras características desagradáveis, mas era inteligente, e é da inteligência que lembramos hoje, mesmo que seja bem difícil entender o que ele pensou e escreveu.

Isaac Newton (1642-1727) poderia ter sido desagradável sem considerar o que havia acontecido a ele, mas sua infância foi horrível. Seu pai morreu antes de ele nascer, e sua mãe, que não esperava que ele sobrevivesse, deixou-o com os pais dela depois de casar novamente e ter outra família. Ele odiava o padrasto, tinha aversão ao avô e não morria de amores pela mãe nem pela avó. Na realidade, desde muito jovem, começou a não gostar de gente. Preferia ficar sozinho, quando criança e depois de idoso. Porém, não havia dúvida de que era inteligentíssimo, e foi enviado à escola de gramática em Grantham, próximo a onde morava, em Lincolnshire. Aprendeu latim bem (escrevia em inglês e em latim com a mesma facilidade), mas dedicou a maior parte do tempo na escola a fazer modelos de relógios e de outros aparelhos mecânicos e a construir relógios de Sol



² Texto adaptado de: BYNUM, William. Uma breve história da ciência. Tradução de Iuri Abreu. Porto Alegre: L & PM, 2014.

Newton formulou muitas de suas ideias em dois anos incrivelmente produtivos. Nenhum cientista, exceto Einstein (Capítulo 32), fez tanto em tão pouco tempo. Os anos mais incríveis de Newton foram 1665 e 1666. Parte do tempo foi passada na residência materna em Woolsthorpe, Lincolnshire, porque a epidemia da peste que na época varria a Inglaterra fez com que a Universidade de Cambridge fechasse as portas e enviasse os estudantes para casa. Foi durante esse período que Newton viu maçãs maduras caindo das árvores do pomar de sua mãe. Não deve ter sido tão dramático quanto contam as histórias, mas aquilo o lembrou de um problema que ainda precisava de explicação: por que as coisas caem na terra.

Durante esses anos da peste, Newton também progrediu no trabalho sobre mecânica: as leis que governam os corpos em movimento. Vimos como Galileu, Kepler, Descartes e outros desenvolveram ideias para explicar (e representar de forma matemática) o que acontece quando uma bala de canhão é disparada ou quando a Terra se move ao redor do Sol. Robert Hooke também estava interessado nisso. Newton leu os escritos desses homens, mas foi além. Certa vez, escreveu para Hooke: “Se eu vi mais longe, foi por estar de pé sobre ombros de gigantes”. Você se lembra de andar sobre os ombros de seu pai? Aumentar de tamanho duas ou três vezes de maneira súbita revela todo tipo de coisa que não seria possível ver sozinho. E era aí onde Newton estava querendo chegar. Essa imagem maravilhosa descreve como cada cientista e cada geração de cientistas podem obter vantagens das descobertas daqueles que os precederam. Essa é a essência da ciência.

Mas Newton também era, ele próprio, um gigante, e sabia disso. Os problemas surgiram quando pensou que os outros não reconheciam esse fato. As dificuldades de Newton com Robert Hooke começaram quando Newton ofereceu seu primeiro artigo à Sociedade Real. A Sociedade fez o que boas revistas científicas modernas ainda fazem: enviaram-no a outro especialista para comentar sobre o artigo. Isso é chamado de “revisão por pares”, e o processo é parte da abertura da qual se orgulham os cientistas. A Sociedade Real escolheu Hooke para ler o artigo, uma vez que ele também havia investigado a luz. Newton não gostou nem um pouco dos comentários de Hooke e quis inclusive deixar de ser membro da Sociedade Real. A entidade ignorou em silêncio sua carta de renúncia.

Em meados dos anos 1680, a pesquisa de Newton em matemática, física e astronomia estava ficando conhecida. Escreveu muitos artigos e publicou alguns, mas muitas vezes observou que seu trabalho científico era apenas para ele mesmo ou para os que viessem após a sua morte. Em 1684, o astrônomo Edmund Halley visitou Newton em Cambridge. (Fique atento ao cometa Halley, nome dado em homenagem a Edmund Halley, em 2061, quando deve ser visível da Terra.) Halley e Hooke estavam discutindo a forma do trajeto percorrido

por um objeto em órbita de outro (como a Terra em torno do Sol ou a Lua em torno da Terra). Queriam saber se a gravidade afetaria o caminho do objeto, agindo sob o que hoje chamamos de “lei do inverso do quadrado”.

A visita de Halley fez com que Newton deixasse a teologia e a alquimia de lado. Dedicou-se ao trabalho e produziu sua maior obra, uma das mais importantes na história da ciência, mesmo que não seja uma leitura fácil. Hoje, é conhecida como os *Principia*, mas o título completo em latim (Newton escrevia em latim) é *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (“Princípios Matemáticos da Filosofia Natural”: lembrando que “filosofia natural” era o nome antigo para ciência). A obra de Newton fornecia detalhes completos sobre como sua nova matemática podia ser aplicada e explicava muitos aspectos da natureza física em números, em vez de usar descrições rebuscadas. Poucas pessoas foram capazes de entendê-la com facilidade durante a vida de Newton, mas sua mensagem foi reconhecida de maneira muito mais ampla. Era uma nova forma de ver e descrever o universo.

Vários aspectos da visão de mundo e do firmamento de Newton estavam contidos nas três famosas leis do movimento, escritas por ele no *Principia*. A primeira lei enunciava que todo corpo permanece em repouso ou se move em linha reta, a menos que outra coisa – alguma força – atue sobre ele. Uma rocha em uma encosta permanecerá lá para sempre, a não ser que algo – vento, chuva, um ser humano – a faça se mover; e, sem qualquer perturbação (“atrito”), ela se moveria em linha reta.

De acordo com a segunda lei, se algo já está se movendo, uma força pode alterar seu sentido. O tamanho da alteração depende da intensidade da força, e a alteração do sentido ocorre ao longo de uma linha reta, no sentido da nova força. Por exemplo, se você atingir a lateral de um balão que está caindo, ele se moverá para o lado; se você der uma batida de cima, ele cairá ainda mais rápido.

A terceira lei do movimento concluía que, para qualquer ação, há sempre uma reação igual e contrária. Isso quer dizer que dois corpos sempre atuam entre si com mesma força, mas em sentidos opostos. Você pode dar um ‘tapa’ em um balão e ele se afastará de sua mão, mas também terá uma ação sobre a mão (você o sentirá). Se você golpear uma rocha, esta não se moverá, mas pode ser que sua mão volte para trás, ficando dolorida. Isso ocorre porque é mais difícil para objetos leves influenciar objetos pesados do que o contrário. (Vimos que o mesmo acontecia com a gravidade.)

Essas três leis agruparam as dificuldades dos primeiros filósofos naturais. Nas mãos de Newton, explicavam muitas observações, dos movimentos dos planetas até a trajetória da flecha disparada de um arco. As leis do movimento possibilitaram ver o universo inteiro como

uma máquina gigantesca e regular, à semelhança de um relógio que marca as horas em função de suas molas, alavancas e movimentos. Os *Principia* de Newton eram reconhecidos como uma obra de grande poder e genialidade. Essa obra transformou um homem recluso e perturbado em uma espécie de celebridade.

Newton foi o primeiro cientista a ser condecorado cavaleiro, tornando-se Sir Isaac. Desfrutava de poder, mas não de grande felicidade. Não era o que se chamaria de pessoa legal, porém foi um grande homem, um dos cientistas mais criativos de todos os tempos, celebrado pelas incríveis contribuições feitas para o entendimento do universo. Os *Principia* de Newton foram o ponto alto da astronomia e da física que foram buscadas de forma tão ativa por Kepler, Galileu, Descartes e muitos outros. Nessa obra, Newton combinou céu e terra em um único sistema, pois suas leis aplicavam-se a todo o universo. Ele ofereceu explicações matemáticas e físicas sobre o modo como os planetas se movem e os corpos caem em direção a Terra. Forneceu a base da física utilizada pelos cientistas até o século XX, quando Einstein e outros demonstraram que havia mais no universo do que Sir Isaac havia imaginado.

Questões

1) Apesar do sucesso de Newton no campo acadêmico, o mesmo não pode ser visto em sua vida pessoal. Que fatores, em sua opinião, podem ter pesado para isso?

2) O ano em que Newton obteve mais sucesso foi exatamente o mesmo ano em que aconteceram muitas coisas ruins para ele. Reflita, colocando-se no lugar dele, como você reagiria numa situação parecida? Que lições você tira deste fato?

3) Ao mesmo tempo que Hooke foi uma pessoa que, de alguma forma, teve participação negativa na vida do Newton, outra pessoa participou positivamente dela. Quem foi? O que podemos aprender com isto?

4) No texto há uma menção de uma pequena rixa de Newton com Hooke. A que se deveu essa disputa? Em sua opinião, esses aspectos do temperamento de Newton podiam ter afetado sua vida e conseqüentemente o desenvolvimento da Ciência?

5) Depois de ler as leis pensadas por Newton que são citadas no texto, defina-as resumidamente com suas próprias palavras.

Terceira etapa – Aula dialogada expositiva

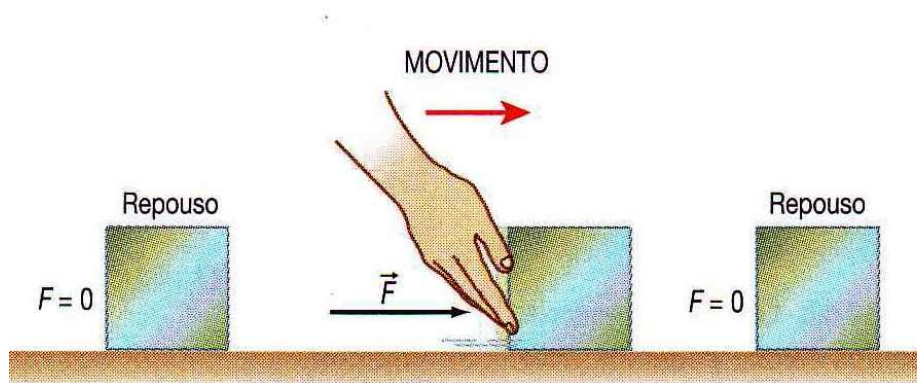
Tempo estimado: 100 min.

Sugestão de aplicação: apresentação de conteúdo com o uso de quadro branco ou slides.

Um pouco de teoria³

Força e Movimento – Aristóteles

As relações entre força e movimento sempre foram objeto de estudo desde a Antiguidade. O filósofo Aristóteles (384-322 a.C.), por exemplo, ao analisar estas relações, acreditava que um corpo só poderia permanecer em movimento se existisse uma força atuando sobre ele. Então, se um corpo estivesse em repouso e nenhuma força atuasse sobre ele, este corpo permaneceria em repouso. Quando uma força agisse sobre o corpo, ele se poria em movimento, mas, cessando a ação da força, o corpo voltaria ao repouso. As afirmações de Aristóteles podem parecer corretas à primeira vista, pois, em nossa experiência diária, vemos que os objetos, de um modo geral, só se encontram em movimento quando estão sendo puxados ou empurrados. Um bloco empurrado sobre uma mesa, por exemplo, para imediatamente quando se deixa de empurrá-lo.



Fonte: <http://luznafisica.wikidot.com/printer--friendly//leis-de-newton-forca-e-movimento>

Durante toda a Idade Média as ideias de Aristóteles foram aceitas sem muitos questionamentos.

³ Texto baseado em:

- MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. Curso de Física, vol. 1, São Paulo: Ed. Scipione, 2000.

- COHEN, Bernard I. *O Nascimento de uma Nova Física*. Trad. Maria Alice Gomes da Costa. Lisboa: Gradiva, 1988.

A partir de Galileu (1564-1642), no século XVII, as teorias Aristotélicas sofreram críticas mais acirradas, apesar de já terem sido questionadas por diversos personagens durante a Idade Média.

Força e Movimento – Galileu

Introduzindo o método experimental para o estudo dos fenômenos físicos, Galileu realizou uma série de experiências que o levaram a conclusões diferentes daquelas de Aristóteles.

Estando uma esfera em repouso sobre uma superfície horizontal, Galileu observou que, empurrando-a com uma certa força, ela entrava em movimento. Entretanto, a esfera continuava a se mover, percorrendo uma certa distância, mesmo depois que deixava de empurrá-la. Assim, Galileu verificou que um corpo podia estar em movimento sem a ação de uma força que o empurre.

Repetindo a experiência, usando uma superfície horizontal mais lisa, ele observou que o corpo percorria uma distância maior após cessar a ação da força. Baseando-se numa série de experiências semelhantes, Galileu concluiu que o corpo parava, após cessado o empurrão, em virtude da ação do *atrito* entre a superfície e o corpo, cujo efeito era sempre o de retardar o movimento. Assim, se fosse possível eliminar totalmente a ação do atrito, o corpo continuaria a se mover indefinidamente, sem nenhum retardamento, isto é, em movimento retilíneo uniforme. Generalizando este pensamento:

se um corpo estiver em repouso, é necessária a ação de uma força sobre ele para colocá-lo em movimento. Uma vez iniciado o movimento, cessando a ação das forças que atuam sobre o corpo, ele continuará a se mover indefinidamente em linha reta, com velocidade constante (GALILEU apud MÁXIMO; ALVARENGA, 2000, p. 123).

Curioso é que Galileu não acreditava que um plano infinito existisse e depois negou suas afirmações. Portanto, seus estudos sobre o movimento são limitados a fórmulas sobre o movimento, sem se preocupar com a ação da força. Os estudos envolvendo força são conclusivos nos trabalhos de Newton. Vejamos as próprias palavras de Galileu (apud COHEN, 1988, p. 155):

[...] sendo o movimento retilíneo por natureza infinito [...], é impossível que alguma coisa possa ter por natureza o princípio do movimento retilíneo [...], ou se mova em direção a um lugar onde é impossível chegar, não havendo fim finito.

É triste ver como ele chegou tão longe, quase formulando uma teoria que foi depois chamada de ‘princípio da inércia’, para depois negá-la, pois simplesmente não admitia um movimento infinito. Ele estava muito preso ao pensamento vinculado ao mundo real, apesar de ter feito tantas experiências de pensamento. Mas outros foram além, dando prosseguimento à história.

Força e Movimento – Newton

Ao estruturar os princípios da Mecânica, Newton se baseou em estudos de grandes físicos que o precederam, entre eles Galileu e Kepler. Assim, a *primeira lei de Newton* é um aprimoramento da *inércia* de Galileu. Por isso mesmo, é também chamada de *Lei da Inércia*.

- Primeira lei de Newton (Lei da Inércia)



Na ausência de forças resultantes, um corpo em repouso continua em repouso e um corpo em movimento move-se em linha reta, com velocidade constante.

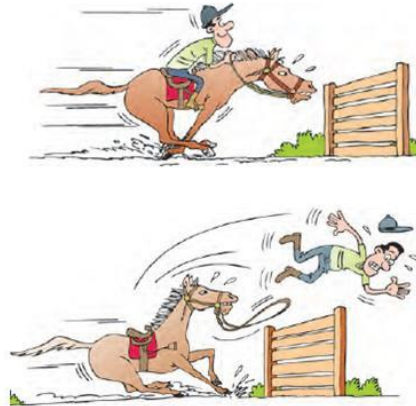


Caso esteja em repouso, tende a permanecer em repouso.



O ônibus inicia o movimento, mas o passageiro tende, por inércia, a permanecer imóvel.

Caso esteja em movimento, tende a permanecer em movimento.



O cavalo para abruptamente, mas o cavaleiro se mantém, por inércia, em movimento.

Fonte: <http://1000fisica.blogspot.com/2015/06/inercia.html>

- Segunda Lei de Newton (Lei Fundamental da Dinâmica)

Vimos anteriormente, quando estudamos a 1ª lei de Newton, que se a resultante das forças que atuam em um corpo for nula, este corpo estará em repouso ou em movimento retilíneo uniforme. Em qualquer dessas situações, a aceleração do corpo será nula. Assim,

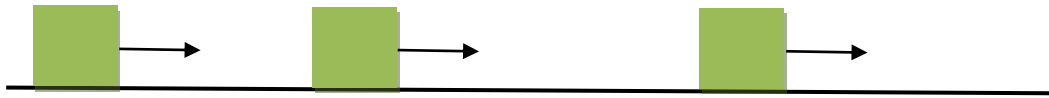
$$\vec{F} = \vec{0} \quad \text{teremos} \quad \vec{a} = \vec{F}/m$$



Fonte: <http://rodrigoconstantino.blogspot.com/2008/10/conflito-de-interesses.html>

Então, que tipo de movimento teria o corpo se a resultante das forças que nele atua fosse diferente de zero? Consideremos um corpo colocado sobre uma superfície horizontal lisa e sem atrito, sendo puxado por uma força \vec{F} . Como as forças de direção vertical (peso e

normal) se equilibram, podemos considerar \vec{F} a única força que atua sobre o corpo, como mostra a figura abaixo:



Fonte: Própria.

A figura acima mostra as posições do corpo tomadas em intervalos de tempo iguais, em seu movimento sob a ação da força \vec{F} . Como há um aumento entre as posições sucessivas do corpo, evidentemente podemos considerar uma velocidade crescente, ou seja, o movimento é *acelerado*. Concluimos que:

Um corpo sob a ação de uma força única adquire uma aceleração.

- Relação entre Força e aceleração

Na figura mostrada anteriormente, para um dado valor de \vec{F} aplicada no corpo, podemos medir o valor da aceleração \vec{a} que o corpo adquire; repetindo a experiência com vários valores de força \vec{F} , verificamos que:

- duplicando \vec{F} , o valor de \vec{a} também duplica;
- triplicando \vec{F} , o valor de \vec{a} também triplica;
- quadruplicando \vec{F} , \vec{a} também quadruplica; e daí por diante.

Portanto, podemos concluir que:

• • •

A força F (resultante)
que atua em um
corpo é diretamente
proporcional à
aceleração a que ela
produz no corpo

• • •

- Massa do corpo

Sendo \vec{F} e \vec{a} diretamente proporcionais, a razão entre \vec{F} e \vec{a} (\vec{F} / \vec{a}) é constante e é conhecida como sua massa. Então,

A massa de um corpo é o quociente entre a força que atua no corpo e a aceleração que ele produz, isto é,

$$\vec{a} = \vec{F}/m \quad \text{ou} \quad \vec{F} = m \cdot \vec{a}.$$

- Terceira lei de Newton (Lei da Ação e Reação)

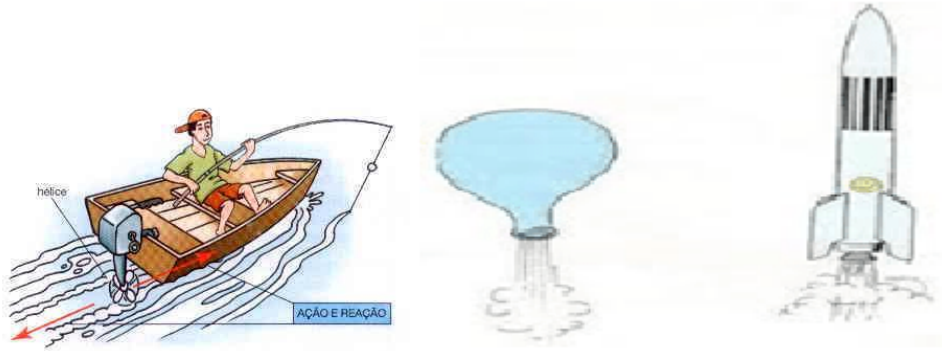
Em seus estudos de Dinâmica, Newton percebeu que as forças sempre aparecem como interação de dois corpos. Em outras palavras, a ação de uma força sobre um corpo não pode se manifestar sem que haja um outro corpo que provoque esta ação. Além disso, Newton constatou que, na interação entre dois corpos, as forças sempre aparecem aos pares: para cada ação de um corpo sobre outro existirá sempre uma reação igual e contrária desse outro sobre o primeiro. Diante disso, Newton propôs que:



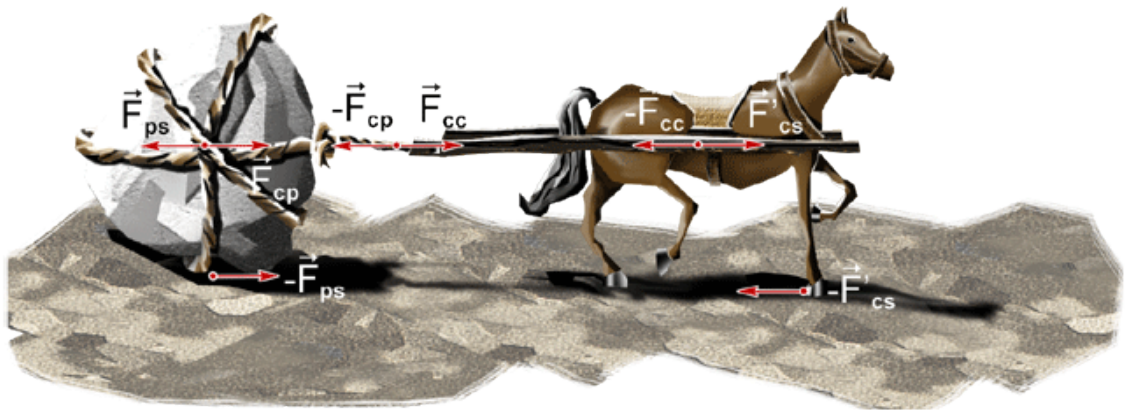
Quando um corpo A
exerce uma força
sobre um corpo B, o
corpo B reage sobre
A com uma força de
mesma intensidade,
mesma direção e de
sentido contrário



Essas duas forças mencionadas no enunciado anterior são denominadas de *ação e reação*. É importante notar que as forças agem em corpos diferentes, de modo que elas nunca poderão se equilibrar mutuamente.



Fonte: <https://vamosestudarfisica.com/terceira-lei-de-newton-acao-e-reacao/>



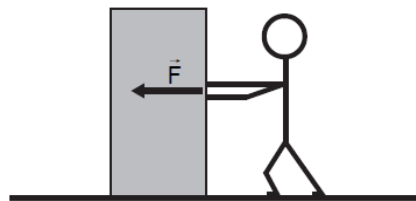
Fonte: <http://rodrigoconstantino.blogspot.com/2008/10/conflito-de-interesses.html>

Quarta etapa – Questões

Tempo estimado: 50 min.

Sugestão de aplicação: dividir a turma em duplas para realizar a tarefa.

1) (PUCRS) Um estudante empurra um armário, provocando o seu deslizamento sobre um plano horizontal, ao mesmo tempo em que o armário interage com o plano por meio de uma força de atrito. Essa força de atrito mantém-se constante enquanto o armário é empurrado e o efeito da resistência do ar é desprezado. No instante representado na figura, a força F exercida pelo estudante tem módulo ligeiramente superior ao módulo da força de atrito entre o armário e o plano.



Se o módulo da força permanecer inalterado, o módulo da velocidade do armário _____; se o módulo dela diminuir, mas permanecer ainda superior ao módulo da força de atrito, o módulo da velocidade do armário, nos instantes subsequentes, _____; se o módulo dela diminuir até tornar-se igual ao módulo da força de atrito, o módulo da velocidade do armário, nos instantes subsequentes, _____.

A sequência correta de preenchimento das lacunas acima é:

- (A) permanecerá constante – permanecerá constante – permanecerá constante
- (B) aumentará – aumentará – permanecerá constante
- (C) aumentará – permanecerá constante – diminuirá
- (D) permanecerá constante – diminuirá – atingirá o valor zero
- (E) aumentará – diminuirá – atingirá o valor zero

2) (Fuvest) Uma pedra gira em torno de um apoio fixo, presa por uma corda. Em dado momento corta-se a corda, ou seja, cessam de agir forças sobre a pedra. Pela Lei da Inércia, conclui-se que:

- a) a pedra se mantém em movimento circular.

- b) a pedra sai em linha reta, segundo a direção perpendicular à corda no instante do corte.
- c) a pedra sai em linha reta, segundo a direção da corda no instante do corte.
- d) a pedra para.
- e) a pedra não tem massa.

3) (UCS) Um paraquedista salta de um avião e cai em queda livre até sua velocidade de queda se tornar constante. Podemos afirmar que a força total atuando sobre o paraquedista após sua velocidade se tornar constante é:

- a) vertical e para baixo.
- b) vertical e para cima.
- c) nula.
- d) horizontal e para a direita.
- e) horizontal e para a esquerda.

4) (UFGO) É frequente observarmos, em espetáculos ao ar livre, pessoas sentarem nos ombros de outras para tentar ver melhor o palco. Suponha que Maria esteja sentada nos ombros de João que, por sua vez, está em pé sobre um banquinho colocado no chão.

Com relação à terceira lei de Newton, a reação ao peso de Maria está localizada no:

- a) chão
- b) banquinho
- c) centro da Terra
- d) ombro de João

5) Um corpo com massa de 0,6 kg foi empurrado por uma força que lhe comunicou uma aceleração de 3 m/s^2 . Qual o valor da força?

6) Se duas forças agirem sobre um corpo, que condições essas forças precisam obedecer para que o corpo fique em equilíbrio?

7) Partindo do repouso, um corpo de massa 3 kg atinge a velocidade de 20 m/s em 5s. Descubra a força que agiu sobre ele nesse tempo.

- 8) Um caminhão com massa de 4000 kg está parado diante de um sinal luminoso. Quando o sinal fica verde, o caminhão parte em movimento acelerado e sua aceleração é de 2 m/s^2 . Qual o valor da força aplicada pelo motor?
- 9) Sobre um corpo de 2 kg atua uma força horizontal de 8 N. Qual a aceleração que ele adquire?
- 10) Uma força horizontal de 200 N age num corpo que adquire a aceleração de 2 m/s^2 . Qual é a sua massa?
- 11) Partindo do repouso, um corpo de massa 3 kg atinge a velocidade de 20 m/s em 5s. Descubra a força que agiu sobre ele nesse tempo.
- 12) A velocidade de um corpo de massa 1 kg aumentou de 20 m/s para 40 m/s em 5s. Qual a força que atuou sobre esse corpo?

Quinta etapa – Experimentos

Tempo estimado: 100 min.

Sugestão de aplicação: dividir a turma em grupos de 3 ou 4 alunos para realizarem os lançamentos e as aferições.

Objetivo

O objetivo do experimento é investigar o comportamento do protótipo formado por um protótipo preso a um celular, quando submetido a diferentes forças geradas por um dispositivo de mola. O dispositivo imprimirá diferentes intensidades de forças, que produzirá diferentes acelerações ao protótipo. Através de aplicativo que mede a aceleração do celular, poderemos aferi-la com uma certa precisão.

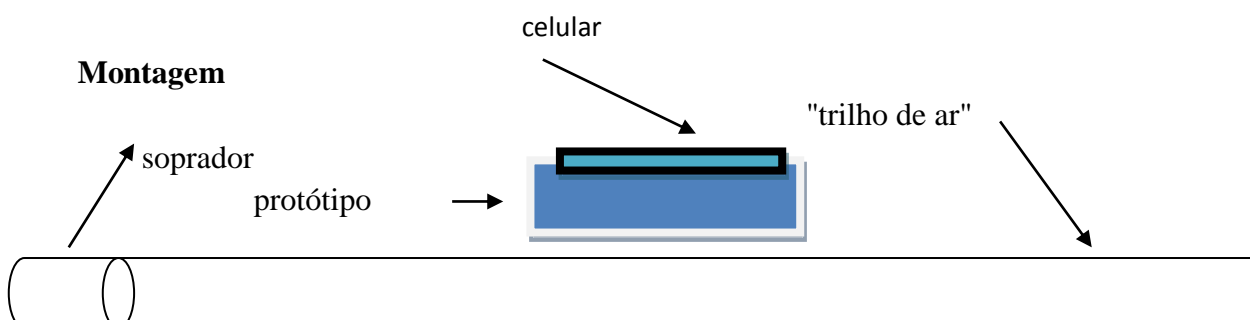
O experimento

O protótipo deverá ser lançado em piso liso para se ter o mínimo de atrito possível, em ambiente fechado para também minimizar a resistência do ar. Através de sucessivos lançamentos do protótipo, com forças e acelerações conhecidas, buscaremos demonstrar as relações entre força, aceleração e massa, contempladas nas leis de Newton.

Material

- protótipo de acrílico
- *Smartphone*
- Lançador de molas
- Balança
- Contrapeso de 50g

Montagem



fonte: autoria própria

• • •
Nestes experimentos foi feito um trilho de alumínio com furos equidistantes alimentado por um soprador. Sobre ele corria um protótipo de acrílico preso a um celular. O aplicativo para aferir a aceleração é o *accelerometer*.

• • •

Experiência 1

A turma deve ser dividida em grupos de quatro e cada grupo deverá fazer um lançamento com uma diferente intensidade de força, de forma a preencher a seguinte tabela:

Grupos	F-forças (N)		a-aceleração (m/s ²)		F/a
G ₁	F ₁	0,5	a ₁		
G ₂			a ₂		
G ₃	F ₂	0,5	a ₃		
G ₄			a ₄		
G ₅	F ₃	1	a ₅		
G ₆			a ₆		
G ₇	F ₄	1	a ₇		
G ₈			a ₈		

Descreva o que ocorreu com a razão F/a, à medida que a intensidade da força aumentava.

Calcule a média aritmética (M_1) dos valores obtidos de F/a.

$$M_1 = \frac{\sum_1^8 F/a}{8}$$

Experiência 2

Repita o mesmo procedimento anterior. Só que desta vez coloque um contrapeso sobre o patins e preencha a tabela abaixo.

Grupos	F-forças (N)		a-aceleração (m/s ²)		F/a
G ₁	F ₁	1	a ₁		
G ₂					
G ₃	F ₂	1	a ₂		
G ₄					
G ₅	F ₃	1,5	a ₃		
G ₆					
G ₇	F ₄	1,5	a ₄		
G ₈					

Calcule novamente a média aritmética (M₂) dos valores obtidos de F/a.

$$M_2 = \frac{\sum_1^8 F/a}{8}$$

Agora preencha a nova tabela usando a balança de precisão em quilogramas:

	Massa do protótipo (m _p) Kg	Massa do contrapeso (m _c) Kg	m _p + m _c Kg	Média aritmética de F/a
Experiência 1		0		M ₁ =
Experiência 2				M ₂ =

Comparando os resultados de m_p + m_c com a razão F/a das duas experiências, o que você conclui?

Deste modo, podemos concluir que:

A força aplicada é _____ (diretamente/inversamente) proporcional à massa do protótipo.

A massa do protótipo é _____ (diretamente/inversamente) proporcional à aceleração produzida.

Construa agora um gráfico de F em função de a.



Sexta etapa – Texto Histórico

Tempo estimado: 100min.

Sugestão de aplicação: dispor a turma em círculo, fazer uma leitura alternada por parágrafos com pequenas intervenções do professor e ampla participação de todos os alunos.

Texto histórico⁴

Aristóteles x Galileu

Para entender a confiança depositada na Física Clássica, em particular na Mecânica Newtoniana, faremos, neste capítulo, um breve passeio no tempo. Começaremos pelo estudo da Física Aristotélica, que prevaleceu no pensamento ocidental por quase 2.000 anos, até o século XVII, quando se consolidou a revolução científica associada aos nomes de Galileu Galilei, Kepler (1571-1630) e Isaac Newton.

A física aristotélica

Aristóteles, que viveu na Grécia Antiga (aproximadamente, 300 a.C.), foi um dos pensadores mais importantes da História. Elaborou uma física e uma cosmologia que se apoiavam em duas ideias fortemente enraizadas no senso comum: a Terra é imóvel e está localizada no centro do universo.

A essas duas ideias, Aristóteles adicionou outras construindo um sistema teórico altamente sofisticado e coerente. Ele propôs a divisão do mundo em duas partes: de um lado o mundo em que vivemos, nascemos, crescemos e morremos, o mundo das mutações, da corrupção, como diziam os gregos; de outro, o céu, no qual os corpos celestes estavam incrustados em esferas girantes.

Nesse mundo celeste, considerado perfeito, os movimentos naturais eram os mais harmônicos possíveis, isto é, circulares. Nele cabia a aplicação da matemática, considerada

⁴ Texto baseado em:

COHEN, Bernard I. *O Nascimento de uma Nova Física*. Trad. Maria Alice Gomes da Costa. Lisboa: Gradiva, 1988.

ÉVORA, Fátima R. R. *A revolução copernicana-galileana – a revolução galileana* (vol. II). Campinas: UNICAMP – Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência, 2v., 1988b. (Coleção CLE).

FEINMA, R. P. *Física em seis lições*. Rio de Janeiro: Ediouro, 1999.

FREIRE JR. O.; CARVALHO NETO, R. A. *O universo dos quanta*. São Paulo: Editora FTD, 1997.

ciência das formas perfeitas. Já no mundo em que vivemos, chamado de sublunar, sendo o mundo das coisas mutáveis, não perfeitas, não cabia o recurso à matemática.

O nosso mundo era descrito qualitativamente. Os corpos eram formados por quatro elementos (terra, água, fogo e ar), cada um deles tendo um lugar próprio, denominado de lugar natural. Os movimentos eram divididos em naturais e violentos. Os movimentos naturais (subida e descida de corpos) eram movimentos de retorno dos corpos aos seus lugares naturais.

Desse modo, um corpo composto pelo elemento terra tinha um movimento natural para baixo, enquanto outro corpo, composto pelo elemento fogo, dirigia-se naturalmente para cima. Os movimentos violentos eram todos aqueles que não eram a volta de um corpo ao seu lugar natural, a exemplo do lançamento oblíquo de uma pedra. Aristóteles acreditava ser indispensável a aplicação permanente de uma força para manter os corpos em movimentos violentos.

Como vemos, o universo aristotélico era um mundo completamente hierarquizado. Além disso, devemos registrar que, no pensamento de Aristóteles – como aliás no pensamento grego em geral – havia um completo divórcio entre a teoria, considerada uma atividade nobre, e as técnicas, vistas como atividades de menor prestígio social. Não havia entre os gregos, portanto, o que hoje denominamos de experimentação, que é uma articulação entre as atividades teóricas e práticas.

Essa sumária exposição das ideias aristotélicas nos leva, de um lado, a identificar o desenvolvimento de conceitos e teorias bem elaborados e sofisticados, muitas vezes apoiados no senso comum. Essa é, possivelmente, uma das razões pelas quais a física aristotélica permaneceu no pensamento do homem ocidental por tantos séculos, ao lado, naturalmente, de razões históricas, como a apropriação desse pensamento pela Igreja Católica durante a Idade Média.

De outro lado, a distância da física aristotélica ante o que, modernamente, compreendemos como ciência é tão evidente que levou o físico Pierre Lucie (apud FREIRE JR.; CARVALHO NETO, 1997, s. p.) a afirmar:

A física aristotélica não é ciência. Embora partindo de uma doutrina que pode ou não parecer razoável, ela é incapaz de deduzir objetivamente, rigorosamente, consequências verificáveis pela experiência. É ainda menos capaz de prever fenômenos ainda não observados, sendo, conseqüentemente, estéril [...]", ainda assim "[...] não faltou a Aristóteles o espírito científico. Faltou-lhe, sim, o método.

A revolução científica

No século XVII, uma parte da Europa, especialmente a Itália, foi palco de mudanças significativas no modo de pensar. Isso naturalmente influenciou as questões da ciência e vice-versa. A gradativa substituição de uma visão de mundo centrada nas doutrinas teológicas e religiosas pelo estudo sistemático da natureza, que tivera origem no Renascimento (XIV-XVI), consolidava-se cada vez mais. Um representante dessa atitude renascentista foi Leonardo da Vinci (1452-1519), que exerceu, ao mesmo tempo, a engenharia, a arquitetura e a pintura, dentre outras atividades. Da Vinci (apud FREIRE JR.; CARVALHO NETO, 1997, s. p.) afirmava que

aqueles que se entregam à prática sem ciência são como o navegador que embarca em um navio sem leme nem bússola. Sempre a prática deve se fundamentar na boa teoria. Antes de fazer de um caso uma regra geral, experimente-o duas ou três vezes e verifique se as experiências produzem os mesmos efeitos. Nenhuma investigação humana pode-se considerar verdadeira ciência se não passa por demonstrações matemáticas.

A semente dessa nova forma de conhecimento germinou e deu seus maiores frutos no século XVII, quando se consolidaram as propostas galileanas, keplerianas e newtonianas. Da vasta obra deixada pelo italiano Galileu Galilei (1564-1642), o primeiro aspecto a destacar é a sua adesão ao modelo heliocêntrico. Galileu seguiu o caminho que havia sido aberto pelo polonês Nicolau Copérnico (1473-1543) e seus antecessores medievais⁵, acrescentando, porém, novos e decisivos argumentos a favor de um modelo cosmológico em que o Sol se encontra no centro do sistema – em vez do modelo geocêntrico da doutrina aristotélica.

Pela primeira vez na história da nossa civilização, foi usado um instrumento óptico para olhar os céus de forma sistemática⁶: a luneta, que acabara de ser reintroduzida na Europa pelos holandeses. Com esse instrumento, Galileu observou que existiam corpos celestes girando em torno do planeta Júpiter.

Essa constatação contrariava o modelo geocêntrico, pois este afirmava que todos os corpos celestes giravam em torno da Terra. Galileu viu também que a Lua tinha crateras e relevo análogos à Terra, também contrariando a tese de que haveria uma diferença essencial entre os elementos da Terra e os celestes, presente na doutrina aristotélica.

⁵ Dentre eles: Jean BURIDAN (1295-1361), Cônego de Arras; Nicolau de CUSA (1401-1464), Bispo de Brixen (Tirol); Nicolau ORESME (1330-1382), Bispo de Lisieux. Curiosamente, todos padres. Inclusive, Buridan teria sido um dos primeiros a sugerir que as leis que regem o universo são as mesmas para os 'céus' e para a Terra.

⁶ A luneta teria sido inventada pelos chineses e era usada para a navegação.

A resposta galileana, que rompia com a física Aristotélica, explicava que todos os corpos acima da superfície da Terra acompanhavam-na em seu movimento, porque tendiam a manter seu estado de movimento, sendo um dos precursores do princípio da inércia.

Desenvolvimento da dinâmica

Enquanto Kepler sugeria as leis que regiam os movimentos dos astros, Galileu estudava as leis do movimento dos corpos aqui na Terra. O problema era: o que faz os planetas girarem? Naquela época, uma das teorias propostas era que os planetas giravam porque anjos invisíveis atrás deles batiam asas e os impeliam para a frente. Galileu sugeriu algo notável sobre o movimento, que foi essencial para a compreensão dessas leis. Trata-se do princípio da inércia circular – se algo estiver se movendo, sem nada o tocando e totalmente imperturbado, prosseguirá pra sempre, com velocidade circular uniforme. Com relação ao movimento retilíneo, ele chegou perto de uma inércia do movimento retilíneo uniforme, mas voltou atrás.

Newton complementou essa ideia, dizendo que o único modo de mudar o movimento de um corpo é aplicar força. Se o corpo se acelera, uma força foi aplicada na direção do movimento. Por outro lado, se seu movimento muda para uma nova direção, uma força foi aplicada lateralmente. Newton assim acrescentou a ideia de que é necessária uma força para mudar a velocidade ou direção do movimento de um corpo. Por exemplo, se uma pedra estiver girando em círculo presa a um barbante, será necessária uma força para mantê-la no círculo. Teremos de girar o barbante. Na verdade, a lei é que a aceleração produzida pela força é inversamente proporcional à massa, ou a força é proporcional à massa vezes a aceleração. Quanto mais maciço um objeto, maior a força necessária para produzir a aceleração. A ideia brilhante resultante dessas considerações é que não é necessária nenhuma força tangencial para manter os planetas em órbita (os anjos não precisam voar tangencialmente), porque os planetas deslizariam naquela direção de qualquer maneira. Se nada o perturbasse, o planeta prosseguiria em linha reta. Mas o verdadeiro movimento desviava-se da linha que o corpo percorreria se não houvesse força, o desvio sendo essencialmente em ângulos retos ao movimento, não na direção do movimento. Em outras palavras, devido ao Princípio da Inércia, a força necessária para controlar o movimento de um planeta ao redor do sol não é uma força ao redor do sol, mas em direção a ele (havendo uma força em direção ao sol, este poderá ser um anjo, é claro!).

Questões

- 1) A Ciência tem tentado ao longo da história explicar os fenômenos a nossa volta. Vimos nos textos diferentes maneiras de interpretar a realidade. Identifique algumas dessas visões.

- 2) Na sua opinião, em que se baseava a visão aristotélica? Você acha que alguma coisa dessa visão ainda persiste nos dias de hoje?

- 3) O texto cita uma ‘revolução científica’. Que elementos produziram esta revolução, de acordo com o texto?

- 4) Na sua opinião, para praticarmos a ciência devemos repetir os ensinamentos daqueles famosos cientistas da história? Por quê?

- 5) Quais foram as contribuições de Newton para o estudo da dinâmica?

Sétima etapa – Experimento

Tempo estimado: 50 min.

Sugestão de aplicação: demonstração do experimento e discussão dos resultados com os alunos.

Princípio da ação e reação ou terceira lei de Newton

Objetivo

O objetivo do experimento é investigar o comportamento dos protótipos formados por patins presos a celulares, quando submetido a diferentes molas. O dispositivo imprimirá uma força sobre ambos os patins e através de aplicativo que mede a aceleração do celular poderemos aferi-la com uma certa precisão.

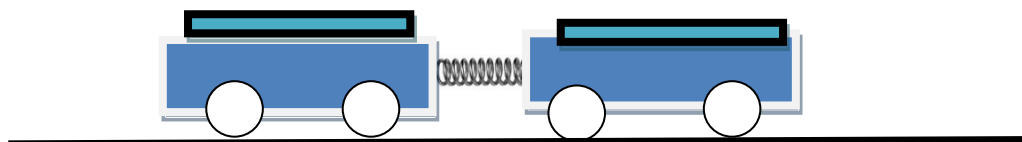
O experimento

Os protótipos deverão ser lançados em piso liso para se ter o mínimo de atrito possível, em ambiente fechado, para também minimizar a resistência do ar. Através de sucessivos lançamentos do protótipo, com forças e acelerações conhecidas, buscaremos demonstrar as relações entre forças geradas pela mola.

Material

- Patins
- *Smartphone*
- Lançador de molas
- Mola
- Balança

Montagem



Após montagem do modelo acima, o aluno deverá abandonar o sistema para diferentes trações das diferentes molas, conforme a tabela abaixo:

Primeiro abandono com primeira mola.

	Aceleração (m/s^2)	Massa (kg)	Força ($F = m.a$)
Patim 1			
Patim 2			

Segundo abandono com segunda mola.

	Aceleração (m/s^2)	Massa (kg)	Força ($F = m.a$)
Patim 1			
Patim 2			

O que você observou com relação à força produzida nos dois abandonos?

A que lei de Newton o experimento se refere?

Defina, com suas palavras, a lei de Newton da sua resposta anterior.

Oitava etapa – Gincana de Física

Tempo estimado: 100 min.

Sugestão de aplicação: dividir a turma em grupos heterogêneos e realizar as provas.

A gincana cultural de física é uma excelente oportunidade de rever os conteúdos estudados na sala de aula. As brincadeiras terão uma estreita relação com os temas abordados.

A turma deverá ser dividida em dois grupos heterogêneos, cada um deles deverá escolher um nome para a equipe relacionado à física e deverá cumprir as provas propostas. Cada uma delas terá uma pontuação proporcional ao seu nível de dificuldade. Seguem as provas:

Prova 1 – Grito de Guerra (10 pontos).

Cada grupo de alunos deverá escolher um grito de guerra.

Prova 2 – Prova do estilingue (5 pontos).

Alguns alvos serão postos a uma distância de aproximadamente 10 metros e cada grupo deverá eleger dois componentes, um menino e uma menina, para acertarem os alvos. Deverão ser colocadas 5 latinhas de refrigerantes de 300mL a uma distância aproximada de 6 metros e cada acerto vale 1 ponto. Ao final, cada grupo deverá responder que Leis da Física estão relacionadas ao funcionamento do estilingue.

Prova 3 – Cabo de guerra (5 pontos).

Nesta prova serão escolhidos seis componentes de cada grupo, sendo que metade de meninas. O grupo que puxar os componentes rivais até o meio da prova vencerá. Eles deverão associar com a terceira lei de Newton e fazer uma interpretação física da brincadeira.

Prova 4 – Passa ou repassa (10 pontos).

A prova consiste em responder questões da física sobre conteúdo dado no bimestre. Cada grupo fará uma fila e deverá responder ou passar a pergunta. Cada resposta certa corresponde a um ponto para o grupo. Os componentes que responderem errado perderão o ponto e levarão "torta na cara".

Prova 5 – Conte a história (5 pontos).

Cada grupo deverá contar uma história da vida de Newton através de uma paródia. Ganha a paródia mais criativa.

Prova 6 – Prova do bêbado (5 pontos).

Igual à prova anterior, mas antes de correr é preciso dar 25 voltas com a testa grudada em um cabo de vassoura. Ganha a equipe cujo participante chegar primeiro. Se cair, levanta e continua.

Prova 7 – A inércia no ônibus (10 pontos).

Esta prova visa fixar a ideia da INÉRCIA junto os alunos. As equipes deverão sentar no chão como se estivessem em um ônibus. O professor dará orientações do tipo, "o ônibus dobrou a direita", "o ônibus freou", etc. Os alunos deverão simular o movimento dos passageiros sob a ação da inércia. Ganha a equipe com melhor sincronia.

**Material para a gincana:**

Caixa de som, microfone,
 corda com 10 metros, 2 vassouras,
 12 cadeiras dispostas como em um ônibus,
 2 estilingues, 10 latinhas de refrigerante vazias,
 pratos descartáveis com chantilly para a prova do passa ou responde,

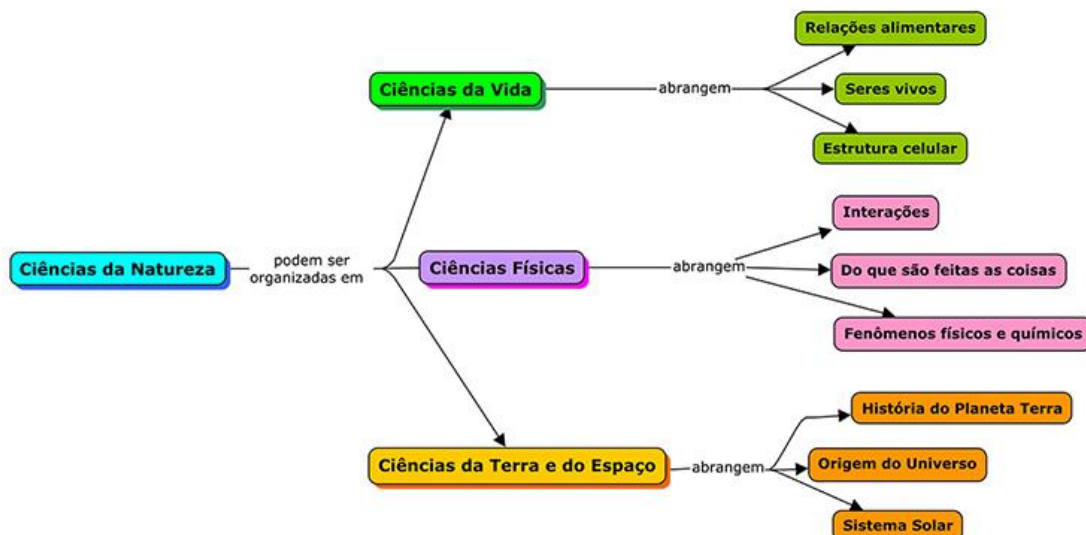


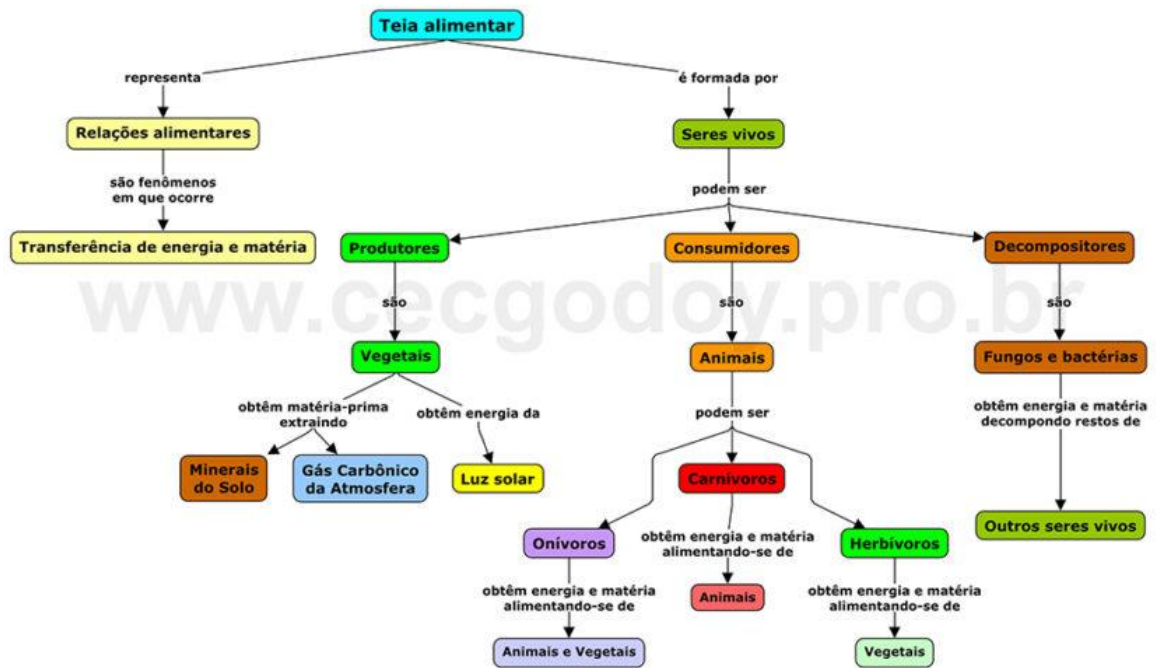
Nona etapa – Mapa conceitual

Tempo estimado: 50 min.

Sugestão de aplicação: fazer uma breve exposição do significado do mapa conceitual, dividir a turma em duplas para realizá-lo.

Mapas conceituais ou mapa de conceitos são diagramas que mostram relações entre conceitos aprendidos. Explicitar essas relações podem contribuir na aprendizagem. Através deles também é possível avaliar o quanto o aluno entendeu e correlacionou os conceitos dados. Vejamos alguns exemplos de mapas conceituais:





Figuras disponíveis em: <http://cecgodoy.net/estrategia-para-elaborar-um-mapa-conceitual/>

Note que os conceitos são relacionados através de setas e estas nomeiam a relação existente entre os conceitos. Diante disto, pretendemos fazer um mapa conceitual sobre todo o conteúdo de Leis de Newton. Reúna-se com mais três colegas e construa seu mapa conceitual

Décima etapa – Filme "O Céu de Outubro"

Tempo estimado: 100 min.

Sugestão de aplicação: assistir o filme, realizar uma discussão e sugerir a realização da atividade em casa.



A aula de hoje será um filme baseado no romance de Homer H. Hickam Jr., CÉU DE OUTUBRO (1999). Ele conta a história de quatro garotos da pequena cidadezinha de Coalwood, West Virginia, que no final dos anos 1950, resolvem ousar e fazer experimentos com protótipos de foguetes.

O filme tem como "pano de fundo" a “corrida espacial” entre Estados Unidos e Rússia, quando os russos lançaram ao espaço o foguete Sputnik. O fato abalou todo o mundo de até então.

Homer Hickam, um dos protagonistas do filme, é uma dessas pessoas extraordinárias que, motivado pelas circunstâncias, passa a fazer testes de lançamento de foguetes na zona rural de sua cidade. Sem chance nos estudos ou nos esportes, para almejar uma bolsa numa universidade conceituada, seu destino seria certamente o de trabalhar com o pai na mina de carvão, futuro quase certo para todos os jovens da cidade, mas os fatos mudariam pra sempre sua vida.

Após ver o filme e discutir com seus colegas, diga sua opinião nas questões abaixo:

1) Que cena do filme mais te marcou? Por quê?

2) Você já tinha ouvido falar de "guerra fria"? Depois do filme, como você explicaria o seu significado?

3) Um daqueles meninos apresentados no filme se tornou um engenheiro espacial da NASA. Na sua opinião, que fatores podem ter gerado isso?

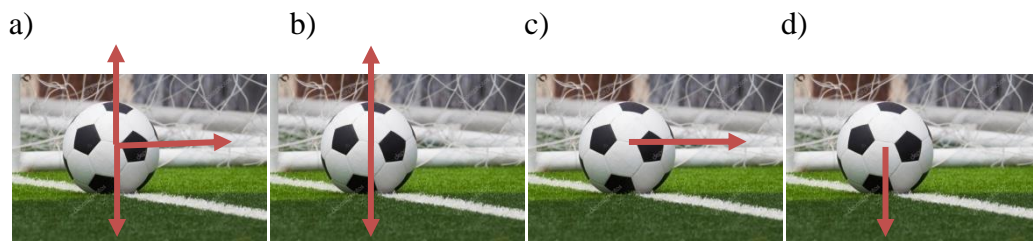
4) Os sonhos podem mover muitas histórias de vida. Você tem algum sonho? Se tiver, qual é?

Décima primeira etapa – Avaliação final

Tempo estimado: 50 min.

Sugestão de aplicação: realizar individualmente, sem consulta, em atividade escrita ou no Google formulário.

1) Um jogador de futebol dá um chute na bola em direção ao gol. Assinale a alternativa abaixo que representa a(s) força(s) que agem nesta bola um pouco antes de chegar ao gol.



2) Um jogador de basquete faz um lançamento como mostra a figura abaixo.

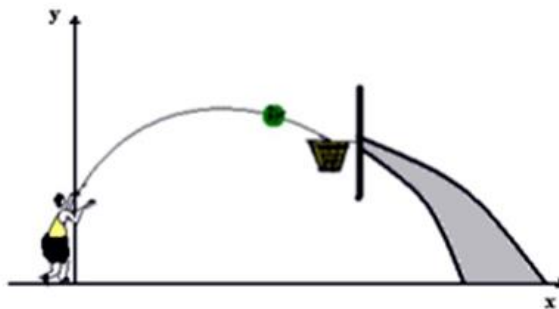
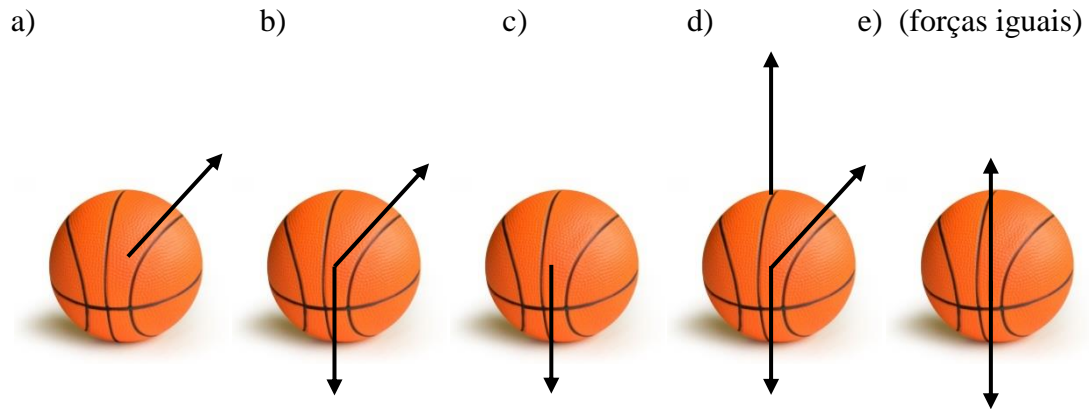
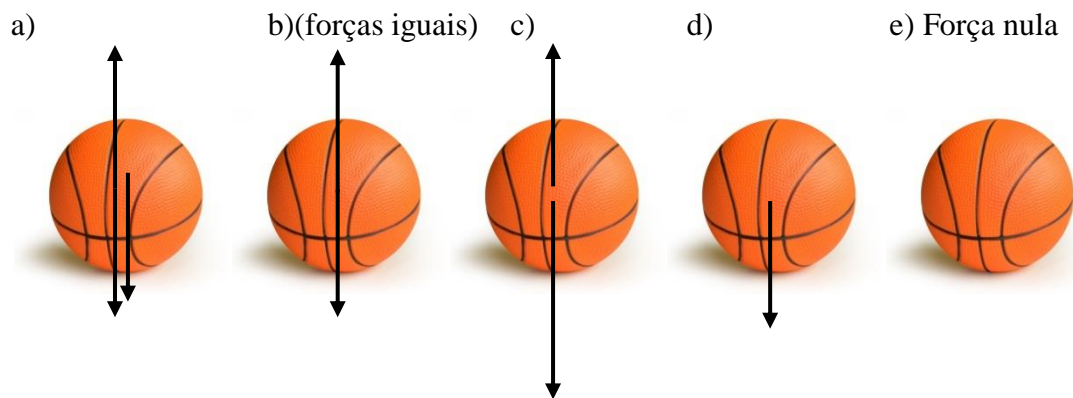


Figura disponível em <https://www.tutorbrasil.com.br/forum/viewtopic.php?t=37533>

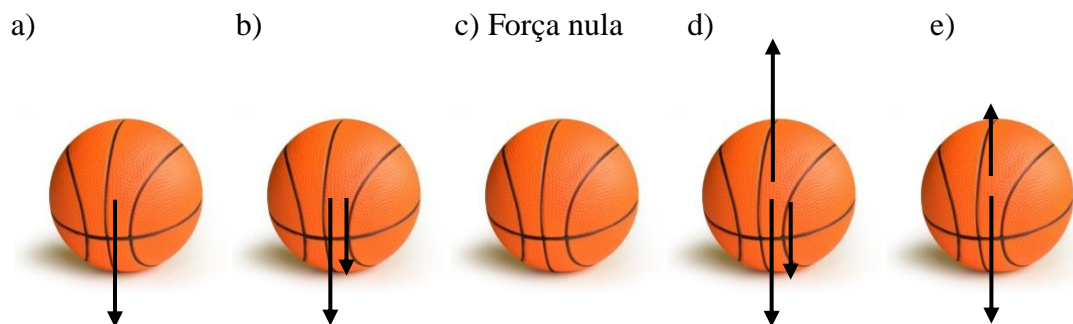
I) Considerando a bola no ato do lançamento, assinale a opção que mostra a(s) força(s) que sobre ela.



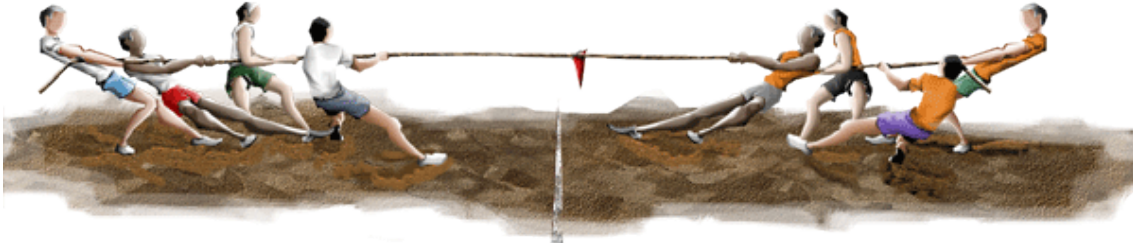
II) Quando a bola chega na altura máxima e para, assinale a figura que mostra a(s) força(s) sobre ela.



III) Quando a bola está descendo em direção à cesta, a figura que representa a(s) força(s) sobre a bola é:



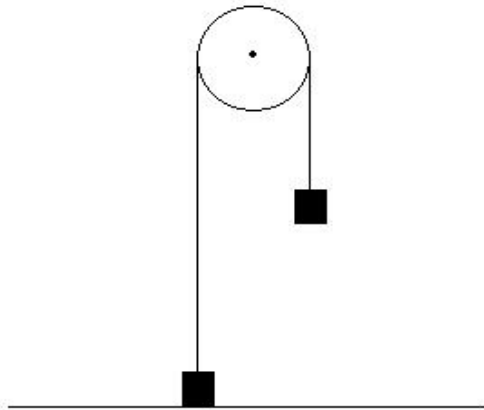
3) Numa disputa de cabo de guerra como mostra a figura abaixo.



Se os atletas da direita estiverem vencendo a disputa podemos afirmar que:

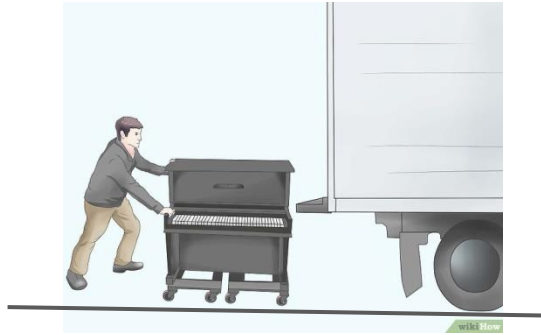
- A ação dos atletas da direita é menor que a reação dos da esquerda.
- A reação dos atletas da direita é maior que a ação dos da esquerda.
- A força resultante é nula e a velocidade também.
- A força resultante terá sentido da esquerda para a direita gerando uma aceleração no mesmo sentido.

4) Na figura abaixo dois blocos com mesma massa ligados a um fio ideal são abandonados. Este fio está ligado à uma roldana. A respeito do sistema é correto afirmar que:



- O bloco mais baixo subirá até alcançar o mesmo nível do outro bloco;
- O bloco mais baixo subirá enquanto o mais alto descerá.
- Ambos vão se manter em repouso.
- O bloco mais baixo exerce uma força sobre o piso de intensidade igual ao seu peso.

5) Uma pessoa empurra um piano em uma superfície horizontal e com atrito, como mostra a figura. Não há resistência do ar.



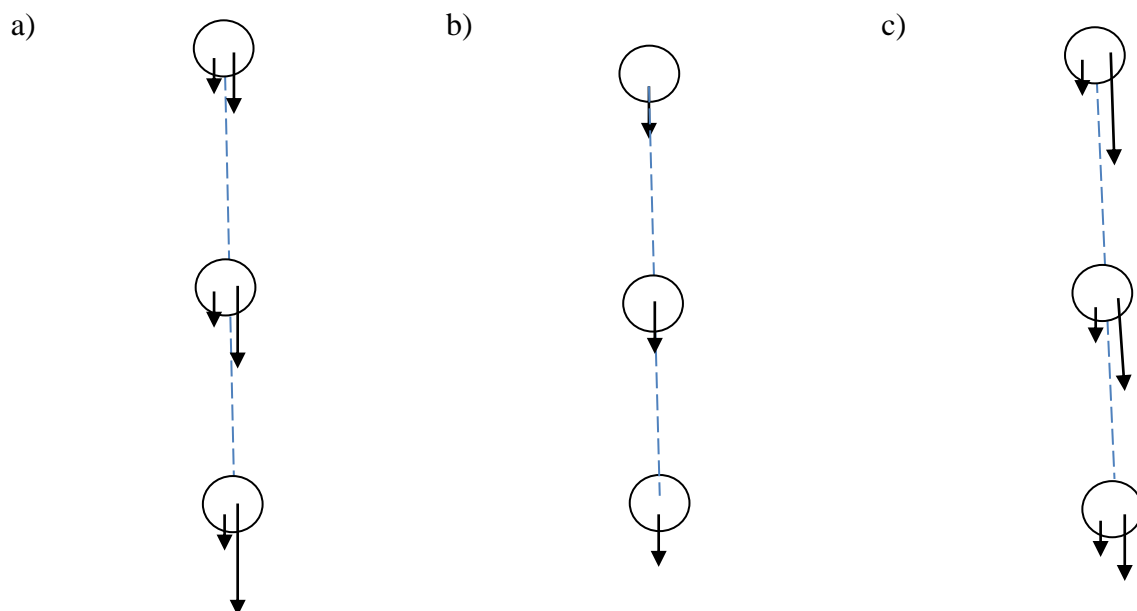
I) Para retirar o piano do repouso a pessoa precisa produzir uma força maior que a força de atrito. Se ele mantiver a intensidade da força, o piano:

- a) Aumentará sua velocidade.
- b) Manterá velocidade constante.
- c) desacelerará progressivamente.

II) Se a pessoa diminuir a intensidade da força até ser igual a força de atrito, o que acontecerá ao piano.

- a) para logo em seguida.
- b) diminuirá sua velocidade até parar.
- c) terá velocidade constante.

6) Uma pessoa arremessa uma bola de futebol do alto de um prédio. Considere os esquemas como a representação das forças que agem sobre a bola nas diferentes alturas da trajetória da bola. Despreze a resistência do ar e assinale o esquema que melhor representa essas forças.



7) Agora, conhecendo um pouco da história do Isaac Newton, que fatores na sua opinião foram determinantes em seu sucesso?

8) Nas experiências em sala usamos um "trilho de ar" que diminuía muito o atrito no movimento. Se aquele trilho anulasse completamente o atrito, o que aconteceria? Que lei de Newton explica isso?

9) Ao longo das aulas tivemos várias estratégias didáticas. Dê sua opinião a cada uma delas abaixo:

a) Aulas experimentais.

Pontos positivos:

Pontos negativos:

b) Aulas com textos históricos.

Pontos positivos:

Pontos negativos:

c) Gincana.

Pontos positivos:

Pontos negativos:

d) Aula com filme.

Pontos positivos:

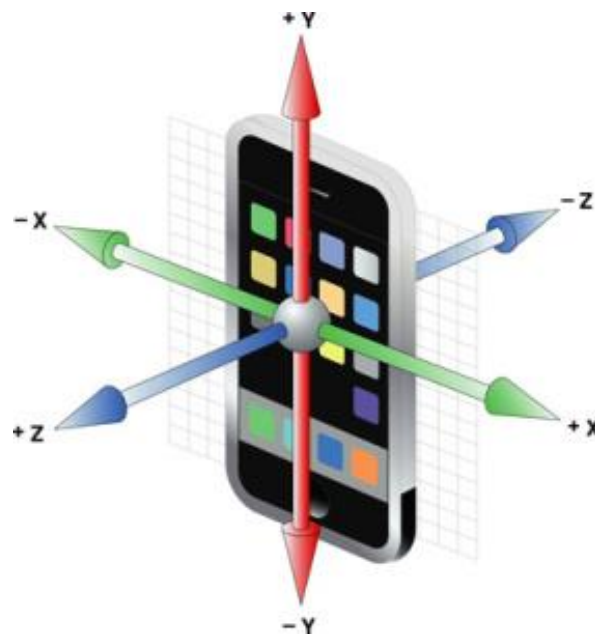
Pontos negativos:

APÊNDICE I – O acelerômetro em *smartphones*⁷

A maioria dos smartphones possuem o acelerômetro. Ele é utilizado para organizar as telas desses dispositivos, mantendo textos e figuras orientadas na direção de leitura, gerando maior conforto na leitura.

O acelerômetro é capaz de medir acelerações em intervalos de $\pm 2g$ (g é a aceleração da gravidade), em relação a um referencial inercial. Isto é possível graças a minúsculos capacitores cujas placas têm uma certa elasticidade, o que faz com que a distância entre elas varie quando o dispositivo sofre uma aceleração, isto altera as capacitâncias que possibilitam a medição da aceleração. Estes capacitores estão dispostos de forma a medir acelerações em três eixos distintos X, Y e Z como mostra a figura.

Figura: Orientações dos eixos dos componentes da aceleração.



Fonte: <https://ismaismoreira.wordpress.com>

O App *Accelerometer meter*.

Existem vários aplicativos de aceleração para IOS e para *android*. Em nosso caso, escolhemos o *accelerometer meter* pois se adaptou bem ao experimento com medições muito precisas. A seguir falaremos mais sobre o aplicativo utilizado.

⁷ Uma adaptação de VIEIRA, L. P.; AGUIAR, C. E. Mecânica com o acelerômetro de smartphones e tablets. Física na Escola, v. 14, n. 1, 2016.

Tutorial do Accelerometer meter⁸

Descrição

Este aplicativo registra os dados do sensor do acelerômetro. Pode dar saída para um gráfico com a opção de salvar os dados. Ou o transforma em um espectro de frequência. Ou até mesmo transforma seu dispositivo em uma luz ou instrumento musical que é controlado pela saída do sensor do acelerômetro.

Tela inicial

Selecione uma das seis opções clicando duas vezes. As seis opções são:

Medidor - Veja a saída em tempo real do acelerômetro.

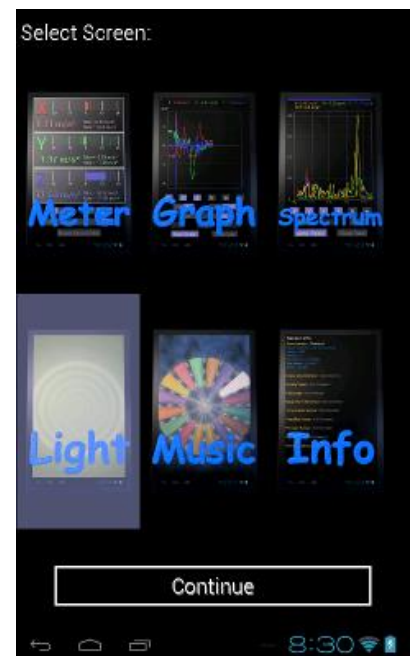
Gráfico - Para registrar a saída do acelerômetro em um gráfico.

Espectro - Plota o espectro de frequência.

Luz - Transforme seu dispositivo em uma luz que depende da orientação.

Música - Um instrumento musical baseado na orientação.

Info - Especificações dos sensores detectados no seu dispositivo.



Metro

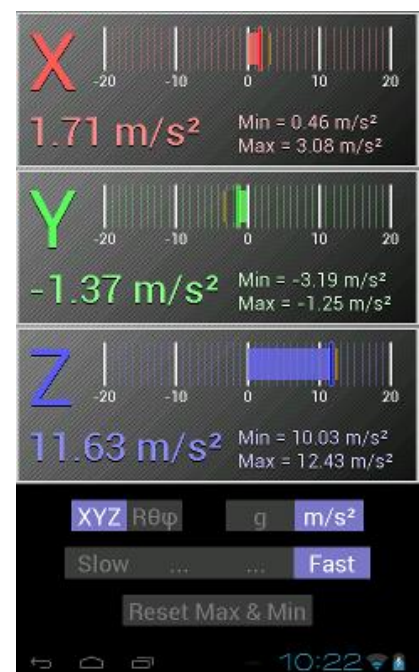
Exibe a saída atual do sensor do acelerômetro junto com os valores mínimo e máximo medidos para cada eixo.

XYZ / Rθφ - Seleciona se o vetor de aceleração é apresentado em coordenadas cartesianas ou esféricas.

g ou **m / s²** - unidades de aceleração podem ser selecionadas para m / s² ou g. Na terra g = 9,81 m / s².

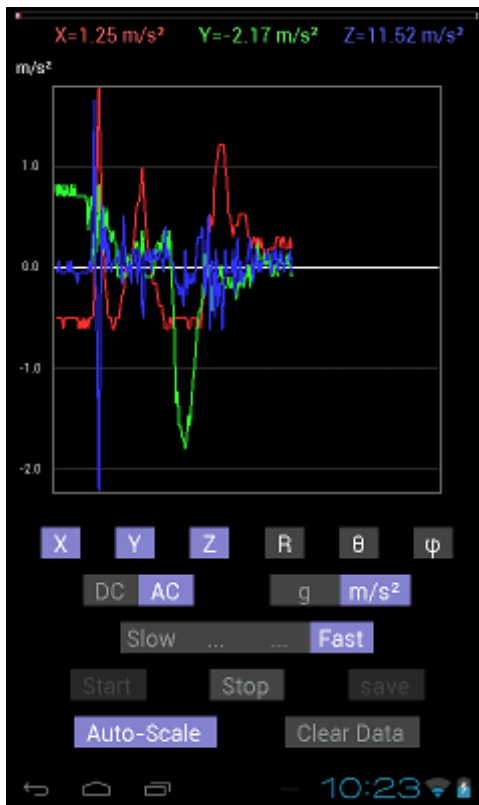
Lento ... Rápido - Seleciona a velocidade na qual o acelerômetro retorna dados.

Reset Min & Max - Isso redefine os valores mínimo e máximo.



⁸ Extraído texto e figuras do site: <<http://www.keuwl.com/Accelerometer/>>.

Gráfico



Esta tela permite registrar e salvar os dados do acelerômetro.

A barra de progresso na parte superior mostra a quantidade de memória usada em relação ao total reservado (20000 pontos de dados). O marcador vermelho mostra a posição atual dos dados que estão sendo registrados. Se a memória estiver cheia, ela será envolvida e começará a sobrescrever os dados mais antigos. A parte mais clara da barra de progresso mostra os dados atualmente plotados no gráfico abaixo.

Abaixo da barra de progresso estão as últimas leituras para cada um dos parâmetros mostrados no gráfico.

O gráfico tem até seis linhas, dependendo dos parâmetros (XYZR θ φ) selecionados nos controles abaixo. Cada linha tem sua própria cor exclusiva, conforme indicado pela última leitura acima do gráfico. O eixo y esquerdo é para valores de aceleração. O eixo direito é para graus. Com a autoescala ativada, as leituras mais recentes serão mostradas e o eixo y é ajustado para acomodar os dados. Apertando o gráfico no eixo x, o gráfico pode ser

feito para mostrar mais ou menos pontos de dados. Com a autoescala desligada e mais dados do que caberão na tela, outros dados podem ser exibidos. Com a autoescala desligada, o eixo y também pode ser ampliado e movido conforme desejado.

Controles:

XYZR θ φ - Selecione quais parâmetros são exibidos no gráfico.

DC / AC - acoplamento DC ou AC. No modo AC, a média de longo prazo é removida de cada leitura.

g ou m / s² - Selecione unidades dos dados medidos.

Lento ... Rápido - Selecione a velocidade na qual o acelerômetro retorna dados.

Start - Se o log estiver pausado, clique aqui para reiniciar.

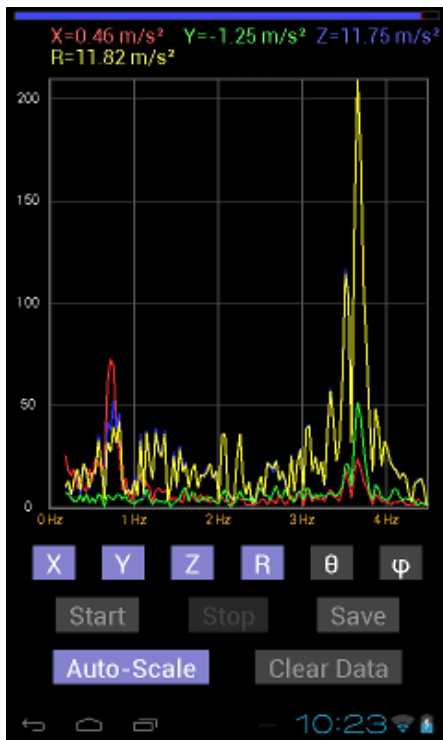
Parar - Parar / pausar o registro. O registro deve ser pausado para que os dados sejam salvos.

Salve - Salve os dados em um arquivo de texto delimitado por vírgula contendo Time, X, Y, Z, R, θ e φ. O arquivo é salvo no diretório raiz do dispositivo com o nome de arquivo "Acelerômetro Dados YYYY-MM-DD HH-MM-SS", onde YYYY, MM e DD são Data e HH-MM-SS informa a hora.

Escala automática - O eixo y é dimensionado automaticamente se estiver ativado. Se estiver desativado, beliscar o gráfico será dimensionado de acordo.

Limpar dados - limpa os dados gravados para que você possa iniciar um novo teste.

Espectro



Esta tela permite obter o espectro de frequência dos dados recentes do acelerômetro.

A barra de progresso no topo mostra a memória usada para fazer o espectro de frequência. Os dados são ponderados em relação aos dados mais recentes. O marcador mostra o progresso da amostragem através desta memória. Os dados são primeiro interpolados e reamostrados antes que uma FFT seja executada. A faixa de frequência da transformada de Fourier é selecionada com base na taxa de amostragem. Assim, o intervalo de frequência irá variar entre os dispositivos, mas deve representar o melhor para esse dispositivo.

Abaixo da barra de progresso estão as últimas leituras para cada um dos parâmetros mostrados no gráfico.

O gráfico tem até seis linhas, dependendo dos parâmetros (XYZR θ φ) selecionados nos controles abaixo. Cada linha tem sua própria cor exclusiva, conforme indicado pela última leitura acima do gráfico. O eixo y mostra a magnitude do sinal nessa frequência. Unidades são arbitrárias. Com a autoescala ativada, o

eixo y ajustado para acomodar os dados, caso contrário, beliscar ou tocar na tela permitirá que você se movimente e amplie os dados conforme necessário.

XYZR θ φ - Selecione quais parâmetros são exibidos no gráfico.

Iniciar - Se o log. estiver pausado, clique aqui para reiniciar.

Parar - Parar / Pausar o registro.

Salve - Salve os dados em um arquivo de texto delimitado por vírgula contendo a frequência em Hz e os parâmetros selecionados. Nome de arquivo "Acelerômetro Espectro Dados AAAA-MM-DD HH-MM-SS", onde AAAA, MM e DD são Data e HH-MM-SS informa a hora.

Escala automática - O eixo y é dimensionado automaticamente se estiver ativado. Se estiver desativado, beliscar o gráfico será dimensionado de acordo.

Limpar dados - limpa os dados gravados para que você possa iniciar um novo teste.

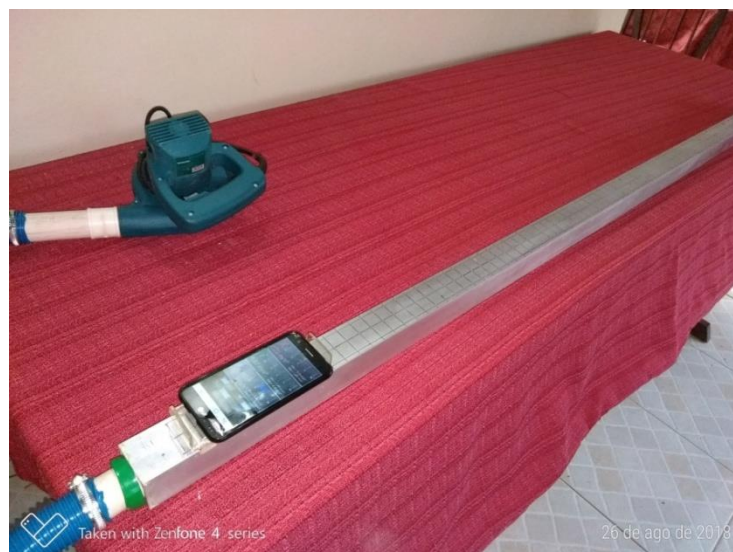
Arquivo de dados de amostra com os primeiros 2 pontos de dados mostrados.

APÊNDICE II – Equipamento experimental

O equipamento experimental foi preparado pensando em se reduzir o máximo de atrito. Neste sentido, um tubo de perfil quadrado de cinco centímetros foi usado como trilho; foi feita uma malha de dois centímetros em uma de suas faces e logo a seguir foram feitos furos na malha, de modo a ter furos equidistantes como mostra a figura abaixo.



Em uma das extremidades do tubo foi vedada usando fita crepe, enquanto na outra foi encaixada um tubo adaptado a um soprador;



A última etapa foi construir a estrutura que suportaria o celular. A mesma foi feita de material acrílico de modo a ser leve e de fácil moldagem. Na parte inferior da estrutura de acrílico

foram feitas pequenas abas cujo objetivo era mantê-la ao trilho. Usando fita dupla face foi finalmente colada a capa do celular a ser usado no experimento.



←
Aba para manter estrutura no trilho

APÊNDICE III – Mapa conceitual

Os Mapas Conceituais são diagramas indicando relações entre conceitos, ou entre palavras que usamos para representar conceitos. A técnica foi desenvolvida em meados da década de setenta por Joseph Novak e seus colaboradores na Universidade de Cornell, nos Estados Unidos. A teoria por trás desse mapeamento conceitual é a teoria cognitivista de aprendizagem de David Ausubel. De acordo com Moreira (1997, p. 6), os mapas conceituais podem ser utilizados como recursos em todas as etapas da investigação, assim como na obtenção de evidências de aprendizagem significativa.

