



UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC

CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS – CCT

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS, MATEMÁTICA E TECNOLOGIAS

PRODUTO EDUCACIONAL

**LOUSA DIGITAL EM AULAS DE FÍSICA:  
orientações didático-pedagógicas para  
abordagem das Leis de Newton**

**JANAINA BACK ALEXANDRE**

JOINVILLE, SC

2021

**Instituição de Ensino:** UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA

**Programa:** ENSINO DE CIÊNCIAS, MATEMÁTICA E TECNOLOGIAS

**Nível:** MESTRADO PROFISSIONAL

**Área de Concentração:** Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias.

**Linha de Pesquisa:** Práticas Educativas e Processos de Aprendizagem no Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias

**Título:** LOUSA DIGITAL EM AULAS DE FÍSICA: orientações didático-pedagógicas para abordagem das Leis de Newton

**Autor:** Janaina Back Alexandre

**Orientador:** Luiz Clement

**Data:** 16/12/2021

**Produto Educacional:** Módulo Didático

**Nível de ensino:** Ensino Médio

**Área de Conhecimento:** Física

**Tema:** Leis de Newton

#### **Descrição do Produto Educacional:**

Esse módulo didático caracterizado como Produto Educacional, apresenta exemplares de planejamentos que possam servir de apoio, para serem utilizados pelos professores de Física, sobre as três Leis de Newton. O módulo didático apresenta atividades passo a passo de como trabalhar o tema em questão utilizando a Lousa Digital. Ainda, é disponibilizado um manual descritivo para instalação da LD. Esse material, busca auxiliar os professores a fazer uso da ferramenta em sala de aula.

**Biblioteca Universitária UDESC:** <http://www.udesc.br/bibliotecauniversitaria>

**Publicação Associada:** [LOUSA DIGITAL COMO RECURSO DIDÁTICO-PEDAGÓGICO PARA AULAS DE FÍSICA]

**URL:** <http://www.udesc.br/cct/ppgecmt>

Arquivo	*Descrição	Formato
Registrar tamanho, ex. <b>1080kb</b>	<b>Texto completo</b>	<b>Adobe PDF</b>

Este item está licenciado sob uma [Licença Creative Commons](#)

Atribuição-NãoComercial-Compartilhalgual CC BY-NC-SA

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Esquema dos Três Momentos Pedagógicos .....	9
Figura 2 – Lousa Digital do ProInfo .....	12
Figura 3 - Carregador da bateria da caneta digital .....	13
Figura 4 – Cabo USB para carga do Diebold .....	13
Figura 5 – Fixador do Suporte Metálico.....	14
Figura 6 – Tela Projetada + Diebold.....	14
Figura 7 – Botões de atalho do Diebold e LED indicadores.....	15
Figura 8 – Tela para calibragem da Caneta Digital .....	16
Figura 9 – Ferramentas interativas.....	16
Figura 10 – Carro com Objeto Solto em Cima.....	20
Figura 11 – Animação, Ônibus Escolar .....	21
Figura 12 – Experimentos, Primeira Lei de Newton .....	23
Figura 13 – Carros em Frente ao Semáforo.....	23
Figura 14 – Motoqueiro batendo Contra Pneus.....	24
Figura 15 – Vídeo Sobre o Cinto de Segurança .....	24
Figura 16 – Tirinha, Primeira Lei de Newton .....	25
Figura 17 – Pessoa Empurrando Carro.....	29
Figura 18 – Animação Phet Colorado, Segunda Lei de Newton .....	30
Figura 19 – Vetor .....	31
Figura 20 – Força Resultante.....	32
Figura 21 – Decomposição de Vetores .....	32
Figura 22 – Velocidade Relativa .....	34
Figura 23 – Animação Phet Colorado, Segunda Lei de Newton .....	37
Figura 24 – Animação do Vascak, Segunda Lei de Newton .....	38
Figura 25 – Vídeo Sobre Ação de Forças Externas .....	39
Figura 26 – Tirinha, Segunda Lei de Newton .....	40
Figura 27 – Bola Batendo no Rosto de uma Pessoa .....	46
Figura 28 – Pessoa Andando.....	46
Figura 29 – Tirinha, Segunda Lei de Newton .....	48
Figura 30 – Livro sobre a Mesa.....	49
Figura 31 – Bloco.....	50

Figura 32 – Forças de Tração .....	51
Figura 33 – Bloco sobre a Mesa.....	53
Figura 34 – Forças, Normal e Peso.....	53
Figura 35 – Exemplos da Terceira Lei de Newton .....	54
Figura 36 – Exemplos sobre a Terceira Lei de Newton .....	55
Figura 37 – Explicação sobre a Terceira Lei de Newton .....	56
Figura 38 - Animação do Vascak, Terceira Lei de Newton .....	57
Figura 39 – Experimento com Carrinho e Balão.....	57

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Cronograma de Aulas por Conteúdo .....	11
Tabela 2 – Dados Exemplificados de um Situação .....	34
Tabela 3 – Dados.....	36

## SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO .....	7
2. OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS E A UTILIZAÇÃO DA LOUSA DIGITAL .....	9
<b>2.1 PROPOSTA DIDÁTICO-PEDAGÓGICA .....</b>	<b>10</b>
3. MANUAL DA LOUSA DIGITAL .....	12
4. MÓDULO 1 – LEIS DE NEWTON.....	20
<b>4.1 PRIMEIRA LEI DE NEWTON OU PRINCÍPIO DA INÉRCIA .....</b>	<b>20</b>
4.1.1 PROBLEMATIZAÇÃO .....	20
4.1.2 ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO .....	22
4.1.3 APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO .....	24
<b>4.2 SEGUNDA LEI DE NEWTON OU PRINCÍPIO FUNDAMENTAL DA DINÂMICA.....</b>	<b>29</b>
4.2.1 PROBLEMATIZAÇÃO .....	29
4.2.2 ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO .....	30
4.2.3 APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO .....	38
<b>4.3 TERCEIRA LEI DE NEWTON OU PRINCÍPIO DA AÇÃO E REAÇÃO ..</b>	<b>45</b>
4.3.1 PROBLEMATIZAÇÃO .....	45
4.3.2 ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO .....	47
4.3.3 APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO .....	55
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>62</b>

## 1. APRESENTAÇÃO

As tecnologias estão cada vez mais presentes no cotidiano dos professores e dos estudantes, mas continuam ausentes nas salas de aula. Segundo Heck (2017), as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) podem ser utilizadas em sala de aula como forma de auxílio para a construção do conhecimento, desenvolvimento intelectual, da criticidade, da criatividade e do interesse dos estudantes.

Neste âmbito, do uso de tecnologias ou recursos tecnológicos para o desenvolvimento das aulas, cabe questionar se ferramentas e aplicativos tecnológicos acabam por aguçar o interesse dos alunos, possibilitando assim a aprendizagem dos mesmos, já que estes nasceram na era digital? Concomitantemente é preciso reconhecer que o contexto escolar e o processo de ensino e de aprendizagem configuram um sistema complexo, de múltiplas variáveis e intencionalidades, inerentes à dinâmica escolar e aos sujeitos do conhecimento que integram este cenário.

Fernandes e Tavares (2015) salientam que é indispensável considerar as características do ambiente escolar. Para os autores, as atividades proporcionadas neste ambiente estão associadas a processos cognitivos como: capacidade de atenção, concentração, processamento de informações, raciocínios e resolução de problemas. Portanto, processos que extrapolam ao fato da utilização ou não de determinados recursos didático-pedagógicos, como aqueles considerados tecnológicos.

A lousa digital interativa, que está presente nas escolas pode ser uma TIC que aproxima a linguagem digital interativa e as práticas escolares. O uso da lousa digital como ferramenta de ensino permite que o professor elabore atividades pedagógicas, sendo mais envolventes para a aprendizagem dos estudantes e favorecendo a construção coletiva do conhecimento.

Fernandes e Tavares (2015) observam ainda que o professor é o agente motivador neste processo, pois sua atuação está diretamente ligada com todas as formas de aprendizagem que serão vivenciadas pelo aluno. Neste sentido, quando o professor utiliza uma linguagem que os alunos entendem, permeada por recursos didático-pedagógicos atrativos, a tendência é que eles acabem

demonstrando maior interesse e alcançando uma aprendizagem mais qualificada.

Desse modo, buscamos organizar um módulo didático-pedagógico que sirva de apoio para o professor implementar essa ferramenta tecnológica em suas aulas (LD). Já que pesquisas anteriores de Back (2017) revelam que o material não estava sendo utilizado pelos professores da região do Alto Vale do Itajaí, já que não houve capacitações na área.

Esse Produto Educacional está vinculado a Dissertação de Mestrado “LOUSA DIGITAL COMO RECURSO DIDÁTICO-PEDAGÓGICO PARA AULAS DE FÍSICA”, aonde buscamos investigar a partir do problema de investigação da dissertação, quais os desafios e as vantagens didático-pedagógicas do uso da Lousa Digital em aulas de Física e em que medida este favorece a aprendizagem dos estudantes.

Assim, o PE foi implementado em uma sala de aula de ensino regular em uma turma da 1ª série do ensino médio. Este foi composto por um módulo didático, estruturado de acordo com a perspectiva dos três momentos pedagógicos, e focados para o ensino das Leis de Newton.

Sendo assim, os resultados obtidos a partir da implementação do PE estão descritos na dissertação.

## 2. OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS E A UTILIZAÇÃO DA LOUSA DIGITAL

A metodologia dos três momentos pedagógicos, como o próprio nome nos traz, é separada em três tempos distintos, iremos analisá-la sob a perspectiva de Muenchen e Delizoicov (2014).

Figura 1: Esquema dos Três Momentos Pedagógicos



Fonte: Ritter, 2017.

Para os autores, o primeiro momento é a *problematização inicial*. Neste, o professor apresenta questões ou situações cotidianas que os alunos conhecem ou já presenciaram, relacionados ao tema em discussão, para em seguida refletir e discutir sobre, com intuito de construir conhecimento a partir do mesmo. É um momento pedagógico no qual os estudantes podem ser desafiados a exporem o que pensam sobre as situações e suas concepções, onde o professor possa entender o que eles sabem sobre o tema.

O segundo momento é a *organização do conhecimento*. Este momento, segundo Muenchen e Delizoicov (2014), é onde sob a orientação do professor são expostos os conhecimentos de física necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial. Do ponto de vista dos autores, neste

momento “o professor é aconselhado a utilizar as mais diversas atividades, como: exposição, formulação de questões, texto para discussão, trabalho extraclasse, revisão e destaque dos aspectos fundamentais, experiências.” (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014, p. 624).

E, por fim, o terceiro momento é *aplicação do conhecimento* que segundo os autores é o momento destinado a abordagem sistemática do conhecimento que será incorporado pelo aluno. Eles devem analisar e interpretar tanto as situações iniciais, quanto outras que não estejam diretamente ligadas ao momento inicial, e que podem ser compreendidas pelo mesmo conhecimento, onde “o aluno perceba que o conhecimento, além de ser uma construção historicamente determinada, está acessível para qualquer cidadão e, por isso, deve ser apreendido, para que possa fazer uso dele.” (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014, p. 624).

Assim, iremos a partir dessa perspectiva apresentar um material que possa ser utilizado na implementação da LD em sala de aula, para isso usaremos imagens, vídeos, animações e simulações. Para Santos, Alves e Moret (2006), as simulações e animações oferecem uma capacidade eficaz, na qual permite que os estudantes compreendam os princípios teóricos das Ciências Naturais, a ponto de serem chamados de Laboratórios Virtuais. Esta ferramenta também pode aumentar as percepções do aluno, desenvolvendo assim, uma capacidade maior de abstração dos conceitos e uma dinâmica maior entre o conteúdo presente em sala de aula e o mundo que o cerca.

Por meio do uso da lousa digital, as animações e simulações podem ser trabalhadas de forma interativa, fazendo com que o estudante participe do processo de aprendizagem, podendo ele mesmo modificar parâmetros e analisar pressupostos como desejar, ou mesmo, poderá emitir hipóteses, testá-las, observar e analisar seus efeitos.

## **2.1 PROPOSTA DIDÁTICO-PEDAGÓGICA**

Fora desenvolvido um módulo com sequências didáticas sobre as Leis de Newton, auxiliada pela lousa digital e a metodologia dos três momentos pedagógicos. O primeiro momento se trata do levantamento de situações-problema, no segundo momento ocorre a organização do conhecimento e o terceiro é onde há a sua aplicação dos conhecimentos construídos. Em todos os

momentos pedagógicos são utilizados recursos mediados pela Lousa Digital, tais como, animações e experimentos interativos, visando contribuir com a construção do conhecimento no processo de ensino-aprendizagem.

Damos início à sequência didática trabalhando o módulo do PE, onde trabalhamos com a primeira Lei de Newton, seguindo para a segunda lei e, por fim, a terceira lei de Newton. Aqui trazemos sugestões de como expor os conteúdos para que estes sejam abordados pelos professores em sala de aula, fazendo o uso da Lousa Digital e considerando a perspectiva didático-pedagógica dos três momentos pedagógicos.

Para organização da aplicação do módulo, trazemos uma tabela para auxiliar na implementação do mesmo.

Tabela 1: Cronograma de Aulas por Conteúdo

<b>Conteúdo</b>	<b>Carga Horária</b>
Primeira Lei de Newton	1h/aula
Grandeza Escalar e Vetorial	1h/aula
Método do Paralelogramo e Componentes Ortogonais	2h/aula
Quantidade de Movimento e Velocidade Relativa	1h/aula
Segunda Lei de Newton	2h/aula
Força Gravitacional, Força Peso, Força Normal, Força de Atrito e Força de Tração	2h/aula
Terceira Lei de Newton	1h/aula
<b>Total</b>	<b>10h/aula</b>

Fonte: Autora, 2021

### 3. MANUAL DA LOUSA DIGITAL

Nesse tópico, fazemos uma breve caracterização e explicação sobre a Lousa Digital e sobre o seu uso em sala de aula. Evidenciaremos o modelo a que estamos nos referindo e quais ferramentas e recursos presentes nesta LD.

Iniciamos explicando qual modelo de LD que estamos utilizando. Sabemos que desde a primeira versão da Lousa Digital, distribuída pelo Ministério da Educação (MEC), por meio do Programa Nacional de Tecnologia Educacional (ProInfo) no ano de 2013, já houve novas versões do equipamento, e vários modelos diferentes. A LD que usamos para realizar o produto educacional foi esta da imagem abaixo:

Figura 2 – Lousa Digital do ProInfo.



Fonte: Uninter.

Esta LD pertence a uma escola estadual da cidade de Pouso Redondo/SC e todas as escolas estaduais da região do Alto Vale do Itajaí receberam esse equipamento.

Esta LD é praticamente um material três em um, ou seja, ela possui sistema operacional *Linux* e funciona igual ao computador normal, possui mouse e teclado. Dispõe de *DataShow* para projeção de imagem e, por fim, tem o *Diebold* que é um aparelho que fornece a utilização de ferramentas de imagem, vídeos, texto, animações, programas educacionais e uma caneta digital, que pode servir de *Touch Screen* no quadro branco das salas de aula.

Primeiro passo a saber é que a LD já vem com sistema operacional instalado pelo Núcleo de Tecnologias da Secretária de Educação, porém quando levamos ela para sala de aula é necessário fazer a calibragem e o posicionamento do material de forma adequada, pois se isso não for feito, o equipamento não irá funcionar corretamente.

Então, precisamos nos certificar se as canetas digitais estão carregadas. Elas possuem um cabo USB que pode ser conectado a qualquer computador ou até mesmo na LD para serem carregadas e após 2h de carregamento elas possuem uma durabilidade de 18h, em funcionamento.

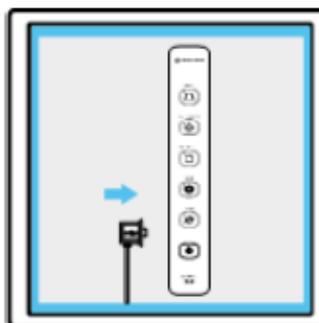
Figura 3 - Carregador da bateria da caneta digital.



Fonte: Digibras.

Depois de identificar se a caneta digital está carregada, precisamos saber se o Diebold está carregado também, pois, em alguns casos o cabo que conecta o Diebold à LD é comprido e pode ser utilizado na hora, em outros casos é curto e precisa ser carregado com antecedência.

Figura 4 - Cabo USB para carga do Diebold.

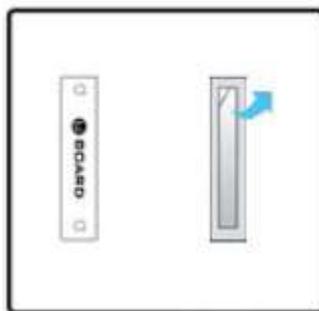


Fonte: Digibras.

Assim, podemos levar a LD para sala de aula e utilizá-la, quando devidamente posicionada. Primeiro passo é colocar o equipamento sobre uma mesa, regular a mesma, aí depois que estiver bem posicionada, devemos fixar o Diebold na tela projetada. Algumas escolas já possuem uma placa metálica parafusada na lateral do quadro branco; mas cuidado, porque o Diebold deve ser colocado na lateral central da tela projetada, não quer dizer do centro do quadro branco, são coisas diferentes. Exemplo na figura 5.

Dessa forma, o ideal é utilizar fita dupla face fixando a placa metálica na fita, depois posicionar a LD no local desejado, e assim fixar a fita com a placa metálica na lateral central da projeção, e depois então colocar o Diebold encaixado na placa metálica.

Figura 5 – Fixador do suporte metálico.



Fonte: Digibras.

A Figura 4 é o suporte metálico que deve ser colocado no quadro branco com fita dupla face, não precisa se preocupar, não estraga o quadro branco, a fita solta com facilidade na hora da retirada.

Figura 6 – Tela Projetada + Diebold.



Fonte: Autora.

A Figura 5 mostra o quadro branco, a tela projetada e o Diebold na lateral esquerda, centralizado. Depois de posicionar, é importante que o local, mesa na qual a LD for colocada, não seja mais mexida, pois após a calibragem se o local se movimentar, deverá ser feito uma nova calibragem.

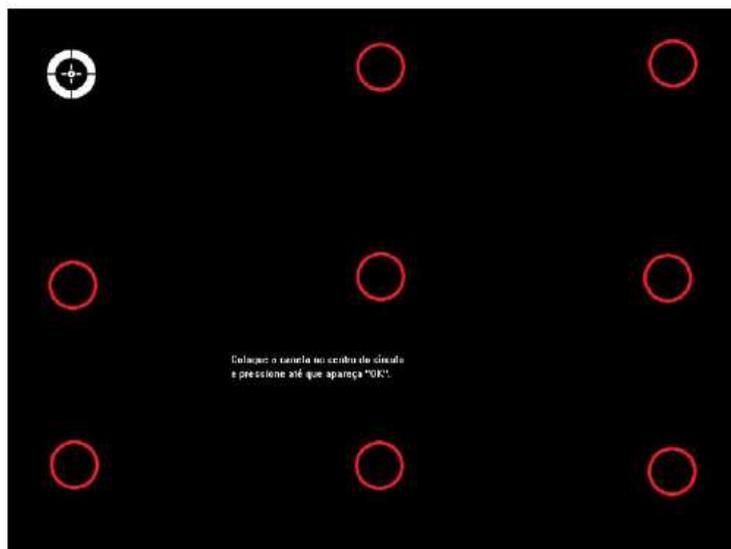
Figura 7 - Botões de atalho do Diebold e LED indicadores.



Fonte: Digebras.

Nesse momento, podemos verificar o atalho do Diebold que corresponde a função de calibragem e, então, vamos calibrar a nossa LD, que é necessária para o funcionamento da caneta digital.

Figura 8 - Tela para calibragem da Caneta Digital.



Fonte: Digebras.

Aí é só posicionar a caneta no local que a tela vai sinalizando, devendo pressionar a caneta em cada "X" que vai aparecendo dentro dos círculos. Assim, você possui a sua LD instalada para o uso. Afirmando que apesar de toda explicação extensa, o procedimento é rápido e fácil, talvez na primeira vez de uso o professor poderá ter um pouco de dificuldade, mas conseguirá realizar a calibragem de forma rápida e eficaz.

Com a LD instalada o professor pode navegar pela internet, e utilizar as ferramentas que o equipamento disponibiliza. Dessa forma, mostramos na Figura 8 todas as ferramentas que podem ser utilizadas na tela interativa, utilizando o Diebold e a caneta digital e sua funcionalidade.

Figura 9 - Ferramentas interativas.

	Ferramentas para mudança de modo. Com elas, o usuário facilmente muda entre os modos de operação do Sistema Operacional, onde a solução funciona como um mouse ou no modo interativo, onde cada ferramenta de escrita, pintura e edição são usadas de forma a enriquecer as apresentações;
	Ferramenta Lápis: Para escrever e desenhar sobre a área de desenho ou o desktop do sistema operacional;
	Ferramenta Marcador: Cria destaques coloridos que podem ser aplicados com um incrível efeito de transparência. As cores podem ser criadas de acordo com a necessidade do usuário;
	Ferramenta Pincel: Para efeitos mais fortes, pode ser configurado com cores diversas, bem como espessuras especiais para escrita mais grossa e marcações visíveis;
	Ferramenta borracha: Prática e eficiente, esta ferramenta faz exatamente o que seu nome diz. Ela é uma borracha que pode ser usada de forma a apagar áreas de tamanhos diferentes, de forma rápida e segura. Além disso, pode ser configurada para apagar objetos completos, bastando clicar uma vez sobre os mesmos;
	Ferramenta Apague Tudo: Com ela, toda a folha será apagada, não deixando nenhum vestígio do que havia sido escrito ou desenhado na folha de apresentação exibida. Nenhum objeto resiste a um simples clique nesta ferramenta
	Ferramenta Paleta de Cores: Confere ao professor, apresentador, usuário, uma grande diversidade de cores, onde a mistura das cores primárias trará uma cor a cada clique;
	Ferramenta Tamanho do traço: Com esta ferramenta, o tamanho do traço pode ser alterado a qualquer momento. Basta selecionar a ferramenta de desenho desejada, como o Lápis, o pincel ou o marcador e logo em seguida escolher a espessura para o traço daquela ferramenta;
	Ferramenta Pano de Fundo: Serve para alterar o pano de fundo onde o usuário poderá escrever, desenhar ou interagir com a solução. Folhas pautadas, com fundos branco ou verde, ou folhas sem pautas;
	Ferramenta de desenhos geométricos: Desenhar círculos, elipses, triângulos, retângulos, linhas nunca mais será algo difícil. Com a ferramenta de desenhos geográficos, basta selecionar a forma e fazer os traços;
	Ferramenta de Movimentar: Movimenta qualquer objeto na área de desenho de forma interativa e rápida. Basta selecionar esta ferramenta, clicar no objeto desejado e arrastá-lo por toda a projeção;
	Ferramenta de texto: Basta clicar nesta ferramenta para ter acesso ao teclado virtual. Por meio do teclado virtual, qualquer texto poderá ser escrito na área de trabalho ou na área de desenho;
	Ferramenta de captura: Com a ferramenta de captura, pode-se capturar toda a área de trabalho ou apenas as partes que se desejar, selecionando tais áreas com a caneta digital. Feita a captura, basta salvá-la ou incluí-la em um novo desenho;
	Ferramenta de Gravação de Vídeo Aula: Gravar todo o conteúdo da apresentação, incluindo o áudio da apresentação nunca foi tão fácil. Basta selecionar a ferramenta, escolher a qualidade do áudio e do vídeo e pronto.
	Ferramentas de Navegação: Com as ferramentas de navegação, pode-se alterar seqüencialmente para qualquer página de desenho o MINT Interactive. Basta um simples clique para avançar ou retroceder as páginas criadas interativamente;
	Ferramenta de Inclusão/Exclusão de páginas: Funcionam como atalhos que incluem ou excluem páginas dentre as que existem na apresentação / aula atual;



Ferramenta de Zoom: Ferramenta para ajustar o zoom, aumentando ou diminuindo o zoom (Zoom In ou Zoom Out) e retomando automaticamente ao zoom padrão (100%);



Menu principal: No menu principal, todas as opções referentes à criação de novos arquivos, salvar arquivos, salvar arquivos como, abrir trabalhos previamente gravados, imprimir arquivos, abrir manual da solução e atalho para calibrar a caneta digital;

Fonte: Digebras.

Como se pode observar, a LD disponibiliza várias ferramentas para serem utilizadas em sala de aula. Nada extraordinário que já não tenha sido visto pelos professores, mas o diferencial pode ser a questão de poder utilizar em sala de aula na forma de touch screen.

Para leituras de textos, possui o pincel de marcador, a opção mouse que você pode manusear a tela com a caneta, pincel para escrever ou desenhar sobre as imagens, ferramenta de texto, construção de figuras geométricas, pincéis coloridos, são várias as opções.

Como a LD possui acesso à internet, é possível utilizar animações e aplicativos disponíveis no Google e, dessa forma, pode ficar ainda mais vantajoso, pois o aluno acaba interagindo com o equipamento e construindo o conhecimento específico da área de estudo e também um vasto conhecimento tecnológico.

Para auxiliar na instalação, foi montado um vídeo com a LD recebida em 2017. O vídeo traz a instalação do equipamento e o seu uso em um exemplo simples que trabalha algumas das ferramentas disponíveis da LD. Esse está disponível no YouTube no link:

<https://www.youtube.com/watch?v=ZeZbdQMvwCU>

## *Como Utilizar a Lousa Digital?*

O material elaborado abaixo, utiliza a LD como ferramenta de apoio para dinamizar a aula, deixando claro que utilizamos a perspectiva didática-pedagógica dos três momentos pedagógicos para nortear o material, deixando opções de como a LD pode ajudar o professor em sala de aula, trabalhando em conjunto com outros métodos.

Nas atividades mostradas em seguida, o professor pode fazer o uso da caneta digital para servir de mouse e movimentar o que desejar no quadro branco, trabalhando assim com touch screen, deixando a aula mais dinâmica. Com o uso da caneta o professor consegue acessar sites, e visualizar informações de forma imediata, se for necessário pode salvar vídeos e imagens para abrir no momento das explicações, trabalhando a partir delas. Pode buscar animações e experimentos virtuais, bem como jogos online, para serem manipulados pelos alunos. A Lousa Digital não possui uma vasta variedade de ferramentas didáticas, o que ela possui já é conhecido pelos professores, ferramentas parecidas com o paint. Porém, para utilizar a mesma é necessário um planejamento adequado com metodologia diferenciada. Desse modo, o professor pode conectar a LD e trabalhar em sala de aula, utilizando a caneta touch screen, ferramentas de texto, ferramentas de desenho (lápiz), ferramentas de pesquisa, nos quais já foram explicados no manual acima.

Para não se tornar repetitivo durante o trabalho, deixamos a explicação aqui no início, pois o professor pode fazer uso de ambas ferramentas em cada situação que lhe for conveniente, durante a explicação dos módulos, estão descritas ideias de aplicação.

# LEIS DE NEWTON

## Mecânica Newtoniana

As relações entre força e aceleração foram são apresentadas inicialmente por três leis básicas, conhecidas por Leis de Newton.

A mecânica newtoniana não pode ser aplicada a todas as situações. Se as velocidades dos corpos envolvidos são muito altas, comparáveis a velocidade da luz, a mecânica newtoniana deve ser substituída pela teoria da relatividade restrita de Einstein, que é válida para qualquer velocidade. (HALLIDAY, 1916).

### PRIMEIRA LEI DE NEWTON OU PRINCÍPIO DA INÉRCIA

#### 4.1.1 Problematização

Para dar início a abordagem da Primeira Lei de Newton o professor poderá criar um cenário problematizador, com base em exemplos e situações vivenciais que retratam fenômenos que podem ser explicados por meio da primeira lei de Newton. Sugerimos que o professor mostre a figura 9 e deixe que o aluno fale, descrevendo o que entende sobre o fenômeno retratado na imagem.

Figura 10 - Carro com Objeto Solto em Cima.



Fonte: **Biologia Total (2020)**

Link: <https://blog.biologiatotal.com.br/primeira-lei-de-newton/>

**Professor:** A problematização envolve questões ou situações reais que os alunos conhecem e presenciam. Nesse momento pedagógico, os alunos são desafiados a expor o que pensam sobre as situações. Ou seja, é importante para que o professor possa ir conhecendo o que os alunos pensam. A finalidade desse momento é propiciar um distanciamento crítico do aluno ao se defrontar com as interpretações das situações propostas para discussão. E fazer com que eles sintam a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém.

A partir dessa abordagem, o professor pode conduzir os alunos a uma discussão e que os mesmos possam formular hipóteses sobre o que está sendo retratado, bem como, sobre possíveis explicações apresentadas pelos alunos. Para fomentar o diálogo, o professor poderá instigar os estudantes com questionamentos, tais como:

“Pense você andando em um ônibus, lotado, em pé, durante algum tempo. O motorista pode frear várias vezes. O que acontece com você? Por que isso acontece?”. O que você provavelmente ouvirá é que foram “jogados” ou “empurrados” para frente quando o ônibus freia. Mas o porquê de isso ocorrer, fica mais difícil dos alunos responderem.

**Professor:** É importante reforçar, que a problematização deve ser um momento na qual os alunos vão dialogar sobre as suas concepções iniciais e hipóteses, então aqui o professor não deve dar as respostas corretas.

Nesse momento, o professor pode fazer uso da animação do Vascak representada na figura 11, para deixar o aluno visualizar a situação e buscar hipóteses para resolvê-la.

Figura 11 – Animação, Ônibus Escolar.



Fonte: Vascak (2020)

Link: [https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech\\_newton1&l=pt](https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_newton1&l=pt)

Vejamos outra situação que pode ser abordada: “quando o motorista está parado e arranca com tudo, o que acontece com uma pessoa que está de pé dentro do ônibus nesta situação?” Nessa situação do arranque, a resposta pode ser que alguma coisa os “forçou” para trás, mas a grande questão que persiste é: “qual a força que te joga pra frente ou para trás?”.

#### 4.1.2 Organização do Conhecimento

A Primeira Lei de Newton ou Princípio da Inércia foi enunciado por Isaac Newton e, tendo por base as transposições didáticas realizadas, pode ser enunciada da seguinte forma:

“SE UMA FORÇA RESULTANTE ATUA SOBRE UM CORPO É NULA ( $\overrightarrow{F_{res}} = 0$ ), SUA VELOCIDADE NÃO PODE MUDAR, OU SEJA, O CORPO NÃO PODE SOFRER UMA ACELERAÇÃO”.

Portanto, entendessee que um corpo tenderá a permanecer em seu estado de movimento (velocidade constante ou velocidade nula) a menos que atue sobre ele uma força externa de forma a alterar seu estado de movimento.

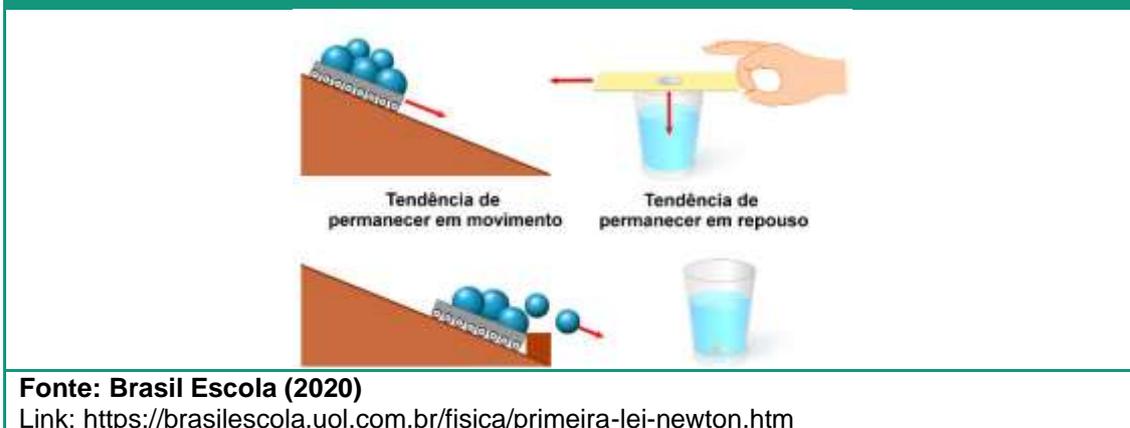
A fim de melhor entender o que é inércia, o professor pode supor a seguinte situação. Pense no seguinte, João está parado, passa o dia todo no computador, ele está em repouso perante o computador. Dessa forma, como João está parado, ele tende a continuar parado, o que pode ser explicado pela inércia.

Basicamente a inércia é a tendência de continuar no estado de movimento em que se encontra, por exemplo, quando parado permanece parado, e quando em movimento o objeto tende a continuar em movimento. Consequentemente, quando o ônibus freia, a pessoa é levemente lançada para frente, porque está solta dentro do ônibus e o seu corpo tende a continuar em movimento.

Como exemplo, o professor pode utilizar um experimento para demonstrar e explicar o que acontece quando deixamos uma moeda em cima de uma folha, sobre um copo cheio de água e puxa-se a folha, por exemplo. Deixe o aluno criar

suas hipóteses, e, por fim, realize o experimento para que ele compreenda o que aconteceu. Na figura 12, temos a representação do experimento, onde o professor pode com o uso da LD buscar outros exemplos com o acesso a internet em sala.

Figura 12 – Experimentos, Primeira Lei de Newton.



Desse modo, entende-se que a inércia é a tendência natural que cada corpo possui de manter seu estado inicial, que só pode ser alterado mediante a aplicação de uma força externa. A massa do corpo também influencia na inércia, isto é, quanto maior a massa do corpo, maior a sua inércia.

Para exemplificar, podemos pensar em dois veículos parados em frente a um semáforo, sendo que um deles é um carro de pequeno porte e o outro um caminhão, como ilustrado na figura 13.

Figura 13 – Carros em Frente ao Semáforo.



Se analisarmos essa situação podemos perceber que o veículo de pequeno porte sai na frente sem nenhuma dificuldade, já o caminhão acaba demorando um pouco, pois, a sua massa é maior, oferecendo assim mais resistência à mudança no estado de movimento.

#### 4.1.3. Aplicação do Conhecimento

Nesse momento, o professor vai buscar instigar o aluno, a respeito do que o mesmo aprendeu, disponibilizando novas situações. Em um primeiro momento o professor pode mostrar um vídeo de um motoqueiro que está andando em sua moto, e de repente perde o controle da direção e acaba batendo contra os pneus. Representado na figura 14. Como podemos explicar o fato de o motoqueiro ser arremessado para frente?

Figura 14 – Motoqueiro Batendo Contra Pneus.



Fonte: Vascak (2020)

Link: <https://www.todamateria.com.br/primeira-lei-de-newton/>

Nesse momento, falando de veículos, o professor pode explicar a importância do cinto de segurança, já que este é muito importante no caso de uma freada brusca. O professor pode utilizar o vídeo ilustrado na figura 15 mostrando uma colisão, buscando trabalhar com as ideias e entendimentos dos alunos.

Figura 15 – Vídeo Sobre o Cinto de Segurança.



Fonte: You tube (2020)

Link: <https://www.youtube.com/watch?v=m3yYKAFxM4E>

Quando uma pessoa está sentada no banco do seu carro em movimento, ela também está se movimentando junto com o veículo, nesse sentido, quando ocorrer uma colisão o veículo irá cessar o seu movimento e a pessoa que está dentro do carro tenderá a continuar em movimento, sendo empurrada para frente. Se a pessoa estiver utilizando o cinto de segurança, ele fará com que a pessoa não seja lançada, na ausência do seu uso, isso acontecerá facilmente e poderá provocar lesões sérias.

Também pode ser feito um experimento bem prático com materiais de baixo custo.

Exemplo: Um carrinho de brinquedo e uma borracha apoiada em cima dele, passeando e de repente colide em um obstáculo. O que se observará neste instante? Veremos que a borracha que estava em movimento e apoiada sobre o carrinho, tende a continuar em movimento sendo impelido para frente.

Outras animações também podem ser encontradas no Phet Colorado (<https://phet.colorado.edu/pt/simulations/filter?sort=alpha&view=grid>) e no Physics Classroom (<https://www.physicsclassroom.com/>).

Outra situação também pode ser ilustrada a partir da imagem da figura 16.

Figura 16 – Tirinha, Primeira Lei de Newton.



Fonte: Cai não Cai (2020)

Link: <http://cainaocai.pbworks.com/w/page/8722057/Primeira%20Lei%20de%20Newton>

Na figura citada acima o professor pode demonstrar mais alguns exemplos relacionados a primeira lei de Newton, na figura 15, possuímos um exemplo na qual um corpo que está em movimento permanece em movimento após a batida na pedra.

## PRODUÇÃO DOS ALUNOS

1. (UNESP) – Sob a ação de forças convenientes, um corpo executa um movimento qualquer. Apontar a proposição incorreta. É necessária uma força resultante não nula:
  - a) para pôr o corpo em movimento, a partir do repouso
  - b) para deter o corpo, quando em movimento
  - c) para manter o corpo, em movimento reto e uniforme
  - d) para encurvar a trajetória, mesmo quando o movimento é uniforme
2. (PUC-MG) – A respeito do conceito de inércia, pode-se dizer:
  - a) inércia é uma força que mantém os objetos em repouso ou em movimento com velocidade constante
  - b) inércia é uma força que leva todos os objetos ao repouso
  - c) um objeto de grande massa tem mais inércia que um de pequena massa
  - d) objetos que se movem rapidamente têm mais inércia que os que se movem lentamente
3. (FATEC-SP) – Ao estudar o movimento dos corpos, Galileu Galilei considerou que um corpo com velocidade constante permaneceria nessa

situação caso não atuasse sobre ele qualquer força ou se a somatória das forças, a força resultante, fosse igual a zero.

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

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

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

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

Está correto o que se afirmar em:

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

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

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

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

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

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

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

6. (Cefet-MG) A imagem mostra um garoto sobre um skate em movimento com velocidade constante que, em seguida, choca-se com um obstáculo e cai.



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

- a) princípio da inércia.
- b) ação de uma força externa.
- c) princípio da ação e reação.
- d) força de atrito exercida pelo obstáculo.

7. (Ufam) A Mecânica Clássica baseia-se em três leis fundamentais, estabelecidas por Sir Isaac Newton (1642-1727) e apresentadas pela primeira vez em 1686 na sua obra PRINCIPIA MATHEMATICA PHILOSOPHIAE NATURALIS (Os Princípios Matemáticos da Filosofia Natural), usualmente chamada de PRINCIPIA. Com relação às leis de Newton, podemos afirmar que:

I. Uma das consequências da primeira lei é o fato de que qualquer variação do vetor velocidade, em relação a um referencial inercial, ou seja, qualquer aceleração, deve estar associada à ação de forças.

II. A segunda lei, conhecida como princípio fundamental da dinâmica, estabelece que a aceleração de um corpo submetido a uma força externa resultante é diretamente proporcional à sua massa.

III. As forças que atuam em um corpo originam-se em outros corpos que constituem sua vizinhança. Uma força é apenas o resultado da interação mútua

entre dois corpos. Assim, de acordo com a terceira lei, é impossível existir uma única força isolada.

Assinale a alternativa correta:

- a) Somente a afirmativa II está correta.
- b) Somente a afirmativa III está correta.
- c) Somente as afirmativas I e II estão corretas.
- d) Somente as afirmativas I e III estão corretas.
- e) Somente as afirmativas II e III estão corretas.

8. Construa uma representação baseada em fatos rotineiros para mostrar para seus colegas os conceitos relacionados a primeira lei de Newton.

## SEGUNDA LEI DE NEWTON OU PRINCÍPIO FUNDAMENTAL DA DINÂMICA

### 4.2.1. Problematização

Para dar início a problematização, iremos utilizar a figura 16 de um veículo parado, com uma pessoa exercendo uma força contra o mesmo.

Figura 17 – Pessoa Empurrando Carro.



Utilizando a figura 17 podemos levantar a seguinte situação com os alunos: “Quando falamos de um carro que está parado em um local plano, acredita-se que ele não comece a entrar em movimento por conta própria, mas, então como e por que um carro começa se movimentar?”

Nesse momento os alunos podem conversar entre eles, e levantarem hipóteses do que ocorre, e quais conceitos físicos podem explicar essa situação. Assim, professor pode sondar quais os conhecimentos prévios dos alunos.

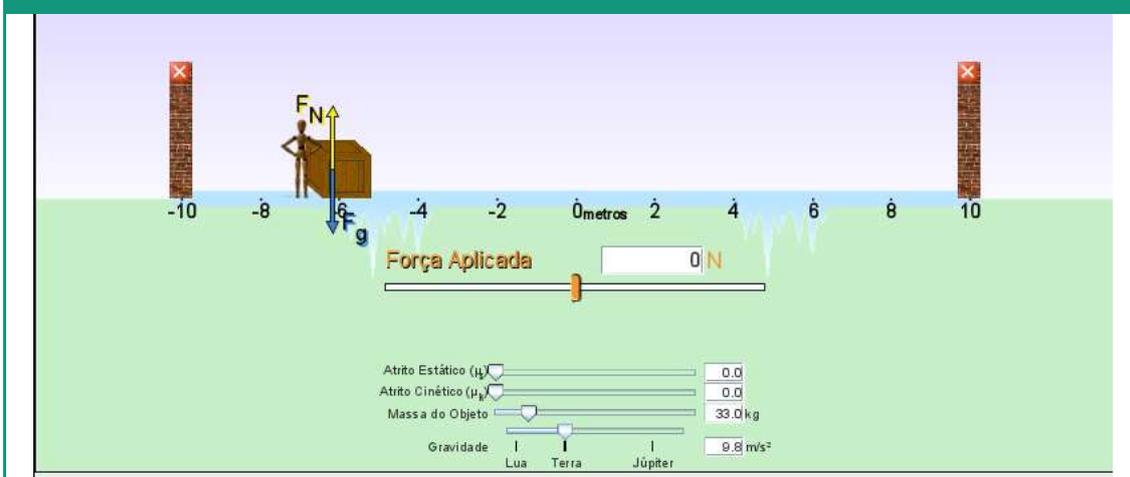
Muitos vão dizer que é só ligar o carro e acelerar, de certa forma estão corretos, entretanto, o que causa a aceleração?

Outros questionamentos que o professor poderá fazer é:

“Quando você vai ao mercado, o que faz o carrinho entrar em movimento?  
O que causa essa mudança do movimento?”

Por fim, pode ser apresentado a animação da figura 18 para discutir o que está acontecendo nesse momento, buscando entender se os alunos possuem concepções prévias sobre essa situação.

Figura 18 – Animação do Phet Colorado, Segunda Lei de Newton.



Fonte: Phet Colorado (2020)

Link: [https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/motion-series/latest/motion-series.html?simulation=forces-and-motion&locale=pt\\_BR](https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/motion-series/latest/motion-series.html?simulation=forces-and-motion&locale=pt_BR)

**Dicas:** Nesse momento professor, você poderá chamar os alunos e deixar eles mesmos interagir com a caneta digital, e com o quadro, deixar eles manusearem a animação, aplicar forças, definir o material no qual vão usar para aplicar a força. É importante lembrar que essa animação é interessante para ser utilizada depois da organização dos conceitos também.

#### 4.2.2. Organização do Conhecimento

**Professor:** Com intuito de alcançar a aprendizagem dos alunos, buscou-se apresentar inicialmente alguns conceitos que são necessários para a compreensão da segunda lei de Newton.

## Grandeza Escalar

Grandeza definida por um valor escalar, ou seja, não precisa de qualquer informação além de seu valor. Exemplos de grandeza escalar: massa, pressão, temperatura, etc.

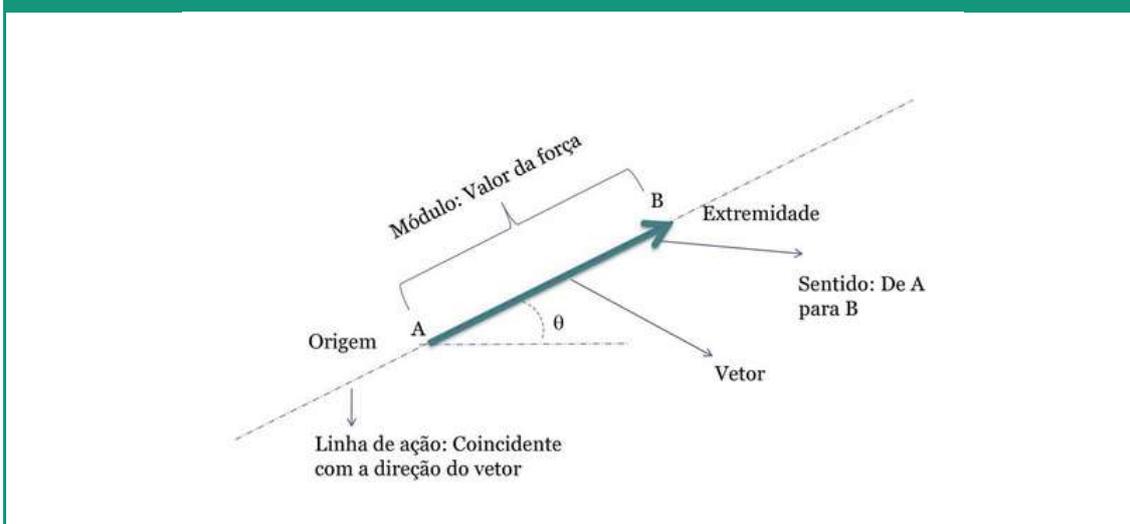
## Grandeza Vetorial

Grandeza vetorial precisa de informações a mais do que seu valor. Para defini-la é necessário conhecer seus módulos, direção e sentido. Exemplo: força ( $\vec{F}$ ), aceleração ( $\vec{a}$ ) e velocidade ( $\vec{v}$ ).

Desse modo, um vetor expressa:

- Módulo: Intensidade da força, graficamente é o tamanho do vetor força;
- Eixo de orientação. Define a linha de ação da força;
- Sentido: “Para onde aponta a seta”

Figura 19 – Vetor



**Fonte:** Edmundo Sahd Neto, 2021.

Link: <https://slideplayer.com.br/slide/12057685/>

A partir da figura 19, o professor pode explicar os conceitos descritos acima e, pode usar a caneta digital para desenhar vetores, traçando outros exemplos que desejar.

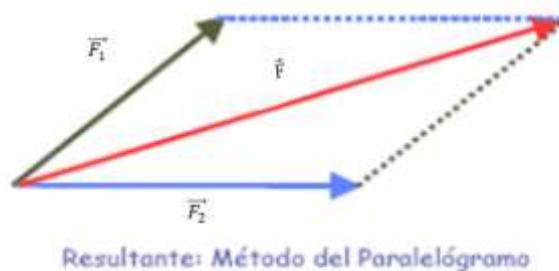
**Professor:** Nesse momento, você pode utilizar a caneta para buscar uma imagem de vetor na internet (acesso ao google), selecionar a imagem que desejar (utilizando a ferramenta de captura) trazendo ela pra tela geral, expondo

assim para os alunos, em seguida pode desenhar e rascunhar sobre a imagem (utilizando a ferramenta lápis).

### Método do Paralelograma

Esse método consiste, basicamente, em desenhar os dois vetores com um mesmo ponto de origem e, a partir deles, traçar um paralelogramo. O vetor resultante da soma será aquele que vai do vértice de origem até o vértice oposto do paralelogramo. A figura 20 exemplifica muito bem o método:

Figura 20 – Força Resultante



**Fonte:** Nerde Elétrico, 2021.

Link: <http://nerdeletrico.blogspot.com/2011/06/as-bases-matematicas-da-tensao.html>

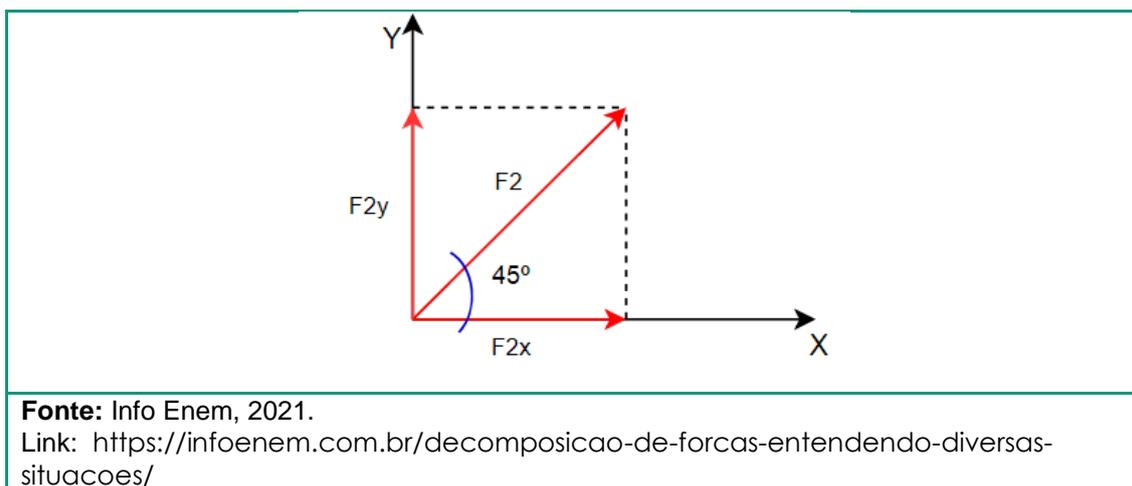
Assim a Força Resultante, a partir da soma de duas grandezas vetoriais seria:

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

### Componetes Ortogonais

Com base na relação trigonométrica aplicada a um triângulo retângulo, como é mostrado na figura 21, podemos determinar o módulo dos componentes horizontal e vertical do vetor  $F_2$  em função do ângulo  $\theta$ .

Figura 21 – Decomposição de Vetores

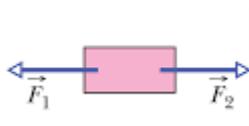


Para realizar a decomposição das forças precisamos trabalhar com o uso da trigonometria:

$$\begin{aligned} \cos \theta &= \frac{CA}{HIP} & \text{sen } \theta &= \frac{CO}{HIP} \\ \cos \theta &= \frac{F_x}{F} & \text{sen } \theta &= \frac{F_y}{F} \\ F_x &= F \cdot \cos \theta & F_y &= F \cdot \text{sen } \theta \end{aligned}$$

**Dicas:** Para resolver os exemplos o professor pode utilizar as ferramentas da lousa digital, tanto para desenhar blocos, representar os vetores, bem como o tamanho de cada vetor, é uma ferramenta bem interessante nesse momento.

**Exemplo:**



A força resultante de duas forças é nula ( $\vec{F} = 0$ ) quando estas tem mesma direção e mesma intensidade, mas sentidos opostos.

**módulo:**  $\vec{F}_1 = 10N = \vec{F}_2$

**direção:**  $\vec{F}_1 = \vec{F}_2 = \text{horizontal}$

**sentido:**  $\vec{F}_1 = \text{direita para esquerda}$

$\vec{F}_2 = \text{esquerda pra direita}$

**sentidos opostos** ( $\vec{F} = 0$ )

### Quantidade de Movimento

Vamos supor que, caso sofremos um acidente, não teremos tempo para analisar fisicamente o que e como está acontecendo, entretanto, tendo conhecimento do que pode acontecer, você pode evitar que aconteça.

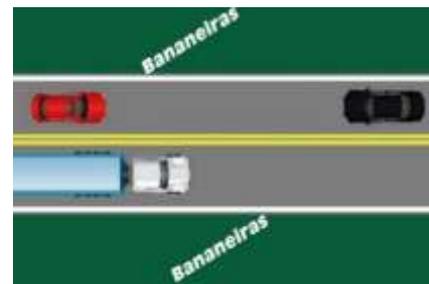
Inicialmente devemos pensar no momento do acidente onde acontece um impacto, e isso vai remeter então a força de impacto, mas como podemos quantizar essa força de impacto?

Imaginemos que você está andando de carro a 80 km/h por uma rodovia margeada por uma plantação de bananeiras e quando você menos espera aparece um carro com velocidade de 100 km/h contrário tentando ultrapassar um caminhão que está a 80 km/h, você tem apenas três possibilidades, bater contra o caminhão, contra o carro ou sair da pista e bater nas bananeiras, qual delas lhe causaria menos danos físicos?

Tabela 2 – Dados Exemplificados de um Situação

<b>Corpo</b>	<b>Massa</b>	<b>v.</b>	<b>v relativa</b>
Carro	$m_1$	100	180
Caminhão	$m_2$	80	160
Bananeiras	$m_3$	0	80
$m_1$ – Massa grande $m_2$ – Massa pequena $m_3$ – Massa muito pequena			

Fonte: Autora,2021



Pois bem, continuando, o melhor a se fazer seria jogar o carro para as bananeiras, primeiro porque elas estão paradas em relação ao solo o que faz com que a velocidade relativa de aproximação seja menor que os outros casos, e em segundo porque a massa delas é menor. Desse modo, podemos perceber que temos dois fatores que estão influenciando, a velocidade, velocidade relativa ( $v$ ) e a massa ( $m$ ), cujo produto (Multiplicação) é a quantidade de movimento ( $Q$ ), podendo ser escrito dessa maneira:

$$Q = m \cdot v$$

$Q$  = quantidade de movimento

$m$  = massa

$v$  = velocidade

Utilizando a figura 22, podemos explicar a velocidade relativa;

Figura 22 – Velocidade Relativa

**Conceito de velocidade relativa**

The diagram shows three scenarios of two cars, a yellow one (left) and a blue one (right), moving towards each other. In the first scenario, both move towards each other, with the relative velocity formula  $v_{relativa} = |v_1| + |v_2|$ . In the second scenario, the yellow car moves left and the blue car moves right, also with the formula  $v_{relativa} = |v_1| + |v_2|$ . In the third scenario, both move to the right, with the formula  $v_{relativa} = |v_1| - |v_2|$ .

**Fonte:** Slideplayer, 2021.  
 Link: <https://slideplayer.com.br/slide/12709868/>

Desse modo podemos entender a situação que é descrita acima, quando falamos da quantidade de movimento.

Dando sequência, antes de analisarmos a força vamos fazer algumas observações. Quando algum objeto, no caso o carro está em movimento, ele tem uma certa quantidade de movimento (A), mas quando está parado, ou seja, a velocidade é igual a zero, a quantidade de movimento é zero (B).

Agora pensando no momento da colisão, o carro que está em movimento quando bate diminui a velocidade rapidamente até chegar em zero, ou seja, teve uma variação da quantidade de movimento e da velocidade:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$a$  = aceleração

$\Delta v$  = variação da velocidade ( $v - v_0$ )

$\Delta t$  = variação do tempo ( $t - t_0$ )

$$\Delta Q = m \cdot \Delta v$$

Agora sim, podemos começar a pensar em força.

Primeiro que já sabemos que quando um carro colide existe uma variação de quantidade de movimento, e essa variação acontece em um certo tempo, até então tudo certo, mas o que é preciso para que o carro que colide parar?

Podemos perceber que é uma força, ou seja, um carro quando bate em um muro por exemplo, o muro vai retribuir uma força para fazer com que o carro pare, então:

$$F = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

$F$  = força

$\Delta Q$  = variação da quantidade de movimento

$\Delta t$  = variação do tempo

$$F = \frac{m \cdot \Delta v}{\Delta t}$$

$$F = m \cdot a$$

Assim obtemos a equação para a Segunda lei de Newton, para a qual a força de impacto será então, a massa do veículo multiplicada pela desaceleração no caso dele.

### Exemplo:

Um carro com massa de 800 kg, a uma velocidade de 120 km/h, bate contra um muro, um observador que estava passando por perto olhou em seu relógio e constatou que a colisão durou cerca de 5 s. Qual foi a força de impacto?

Tabela 3: Dados

Informações	
Massa	800 kg
Velocidade relativa	120 km/h
Tempo	5 s

Fonte: Autora, 2021

$$F = \frac{m \cdot \Delta v}{\Delta t}$$

$$F = \frac{800 \cdot 120}{5}$$

$$F = 19\,200N$$

Como o problema não nos fornece a aceleração, temos que encontrar a força de impacto através da equação:

$$F = \frac{m \cdot \Delta v}{\Delta t}$$

### Segunda Lei de Newton

O Princípio Fundamental da Dinâmica estabelece uma proporcionalidade entre causa (força) e o efeito (aceleração). Dessa forma,

“A FORÇA RESULTANTE QUE AGE SOBRE UM CORPO É IGUAL AO PRODUTO DA MASSA DO CORPO PELA SUA ACELERAÇÃO”.

Por sua vez, o motor transfere ao veículo uma força, essa, é o que fará o carro entrar em movimento, pois, de acordo com a Segunda lei de Newton, quando existe a ação de uma força resultante sobre um corpo de qualquer massa, ele sofrerá uma aceleração.

Para exemplificar, podemos apresentar novamente a animação da figura 23, nela o professor pode explorar a interação do aluno com a ferramenta, pois, o mesmo pode se dirigir a LD e trabalhar com as opções que a animação disponibiliza, como massa do objeto, a força que a pessoa irá realizar no objeto, escolher a gravidade e as forças de atrito que atuam sobre esse objeto.

Figura 23 – Animação Phet Colorado, Segunda Lei de Newton.



Fonte: Phet Colorado (2020)

Link: [https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/motion-series/latest/motion-series.html?simulation=forces-and-motion&locale=pt\\_BR](https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/motion-series/latest/motion-series.html?simulation=forces-and-motion&locale=pt_BR)

Então, é um momento que além de explicar os conceitos físicos relacionados a segunda lei de Newton, pode haver a interação com os colegas de turma, com o professor e com a ferramenta (LD).

Dando sequência no conteúdo, a aceleração é a variação da velocidade e essa variação acontece porque existe uma força que atua sobre o veículo em movimento, mas também para cessar um movimento, como por exemplo quando freamos, impomos uma força contrária ao movimento, aceleração negativa, que faz com que a sua velocidade diminua.

Dessa forma, a força resultante sobre um corpo é igual ao produto da massa por sua aceleração.

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

$F_R$  = Força Resultante (N);

$m$  = massa (kg);

$a$  = aceleração ( $m/s^2$ );

Assim, entende-se que a força é uma grandeza vetorial, e pode ser caracterizada pelo seu módulo, direção e sentido. Como na inércia a massa é um fator importante, na dinâmica também. Pois, para uma mesma força resultante atuando sobre objetos de massas distintas, observa-se que quanto maior a massa, maior precisa ser a força que atua no objeto para fazer o mesmo entrar em movimento e, assim quanto menor a massa, menor será a força impressa no objeto para fazer o mesmo entrar em movimento.

Na animação da figura 24, o professor deve chamar os alunos para interagirem com a LD, podendo utilizar a caneta e manusear os valores de massa, aceleração da gravidade e também decidir se querem deixar o caminhão em movimento com atrito ou sem.

Figura 24 – Animação do Vascak, Segunda Lei de Newton.

The screenshot shows a physics simulation interface. At the top, a truck is on a horizontal track with a pulley system. Below the track is a ruler. The control panel includes a table with columns for force (F), mass (m), acceleration (a), coefficient of friction (μ), and distance (ξ). The table has rows for displacement (s/m), velocity (v/ms⁻¹), acceleration (a/ms⁻²), and position, velocity, acceleration (s, v, a). The control panel also features several input fields and buttons: a blue button for 'sem atrito', a red button for 'atrito', and a green button for 'resistência ao rolamento'. There are also input fields for mass (100 g), acceleration (a = 5 m/s²), force (F = 0.5 N), and gravity (g = 10.00 m/s²). A timer shows 00:00. The interface is titled 'Fonte: Vascak (2020)' and includes a link: [https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech\\_newton2&l=pt](https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_newton2&l=pt)

Dessa forma, ao soltar o caminhão da figura 24, os alunos vão conseguir observar o tempo em segundos que o caminhão demora para fazer o trajeto. Nessa mesma animação, o aluno ainda pode observar o gráfico do movimento e os cálculos da situação em questão.

**Professor:** Você pode pedir para os alunos elaborarem os cálculos, e comparar com os resultados obtidos a partir da animação da figura 23.

#### 4.2.3. Aplicação do Conhecimento

Nesse momento o professor vai sondar os seus alunos, para buscar qual foi o entendimento dos mesmos, e se conseguirão aplicar esses conceitos em outras situações.

Em um primeiro, o professor pode utilizar o vídeo da figura 25, nele é mostrado a diferença entre a primeira e segunda lei de Newton, onde explica a situação cuja duas naves que estão viajando no espaço, com seus motores inicialmente desligados.

Figura 25 – Vídeo Sobre Ação de Forças Externas.



Fonte: YouTube (2020)

Link: <https://www.youtube.com/watch?v=Ht0uWNbH-44>

A partir dos conceitos da primeira lei de Newton, as duas naves que vão se movimentando em velocidade constante até que uma força externa mude esse movimento, porém o que acontece nessa situação é que uma das naves ligará os motores, desse modo, o motor aplicará uma força sobre a nave, fazendo assim com que a nave mude a sua velocidade, adquirindo assim uma aceleração diferente de zero.

A partir do vídeo da figura 25, o professor pode realizar discussões com seus alunos, buscando verificar se os conceitos foram entendidos pelos mesmos.

**Dica:** Nesse momento pode ser criado uma roda de discussões em sala de aula, para trabalhar as ideias e conclusões que os alunos tiveram em relação ao conteúdo tratado. Assim professor já pode sondar os alunos, para identificar se construíram as concepções corretas do assunto em questão.

Em seguida para finalizar o assunto, vamos observar a tirinha apresentada na figura 26, com intuito de exemplificar a segunda lei de Newton.

Figura 26 – Tirinha, Segunda Lei de Newton.



Fonte: Researchgate (2020)

Link: [https://www.researchgate.net/figure/Tirinha-sobre-o-Principio-Fundamental-da-Dinamica-Fonte-Quadrinhos-elaborados-por\\_fig13\\_318667943](https://www.researchgate.net/figure/Tirinha-sobre-o-Principio-Fundamental-da-Dinamica-Fonte-Quadrinhos-elaborados-por_fig13_318667943)

Assim, para finalizar, o professor pode manter a roda de conversa, e deixar com que os alunos busquem novas situações nas quais a segunda lei de Newton possa ser aplicada.

## PRODUÇÃO DOS ALUNOS

1. Considere as seguintes proposições sobre grandezas físicas escalares e vetoriais.

I. A caracterização completa de uma grandeza escalar requer tão somente um número seguido de uma unidade de medida. Exemplos dessas grandezas são o peso e a massa.

II. O módulo, a direção e o sentido de uma grandeza caracterizam-na como vetor.

III. Exemplos de grandezas vetoriais são a força, o empuxo e a velocidade.

IV. A única grandeza física que é escalar e vetorial ao mesmo tempo é a temperatura.

Assinale a alternativa correta.

- a. ( ) Somente as afirmativas II e IV são verdadeiras.
- b. ( ) Somente as afirmativas I e II são verdadeiras.
- c. ( ) Somente as afirmativas I e III são verdadeiras.
- d. ( ) Somente as afirmativas II e III são verdadeiras.
- e. ( ) Somente as afirmativas III e IV são verdadeiras.

2. A Figura 3 mostra uma caixa de madeira que desliza para baixo com velocidade constante sobre o plano inclinado, sob a ação das seguintes forças: peso, normal e de atrito. Assinale a alternativa que representa corretamente o esquema das forças exercidas sobre a caixa de madeira.

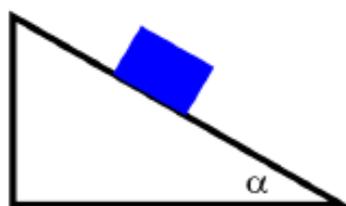
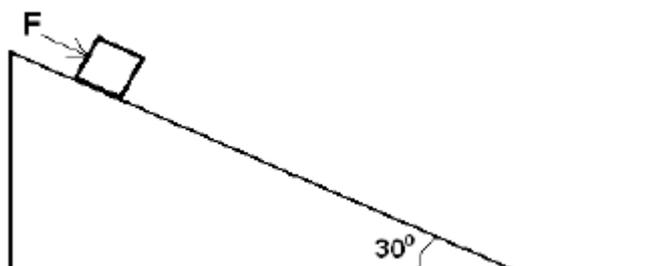


Figura 3

- a. ( )
- b. ( )
- c. ( )
- d. ( )
- e. ( )

3. Uma pessoa começa a empurrar um bloco de peso igual a 500 N, em repouso sobre um plano inclinado de  $30^\circ$ , com uma força crescente  $F$ , paralela ao plano e dirigida para baixo.

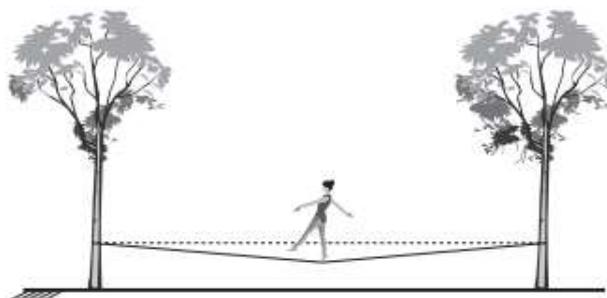
Dados:  $\cos 30^\circ = 0,9$  ;  $\sin 30^\circ = 0,5$ .



O coeficiente de atrito estático entre o plano e o bloco é 0,70. O valor do módulo da força para o qual o bloco começará a descer o plano inclinado é:

- a. ( ) superior a 350 N
- b. ( ) superior a 65 N
- c. ( ) superior a 315 N
- d. ( ) igual a 175 N
- e. ( ) igual a 500 N

4. *lackline* é um esporte no qual o atleta deve se equilibrar e executar manobras estando sobre uma fita esticada. Para a prática do esporte, as duas extremidades da fita são fixadas de forma que ela fique a alguns centímetros do solo. Quando uma atleta de massa igual a 80 kg está exatamente no meio da fita, essa se desloca verticalmente, formando um ângulo de  $10^\circ$  com a horizontal, como esquematizado na figura. Sabe-se que a aceleração da gravidade é igual a  $10 \text{ m/s}^2$ ,  $\cos (10^\circ) = 0,98$  e  $\sin (10^\circ) = 0,17$ .



Qual é a força que a fita exerce em cada uma das árvores por causa da presença da atleta?

- a)  $4,0 \times 10^2$  N
- b)  $4,1 \times 10^2$  N
- c)  $8,0 \times 10^2$  N
- d)  $2,4 \times 10^3$  N
- e)  $4,7 \times 10^3$  N

5. Um corpo de massa igual a 2,0kg, que pode deslizar sobre uma superfície plana, está sujeito a um sistema de forças representado abaixo. Sabendo-se que nenhuma outra força atua sobre o corpo, qual a intensidade da sua aceleração?

- a)  $2,5 \text{ m/s}^2$
- b)  $2,0 \text{ m/s}^2$
- c)  $1,5 \text{ m/s}^2$
- d)  $1,0 \text{ m/s}^2$
- e)  $0,5 \text{ m/s}^2$

6. (CESESP) Um corpo de 4kg de massa está submetido à ação de uma força resultante de 15N. A aceleração adquirida pelo corpo na direção desta resultante é em  $\text{m/s}^2$ :

- a) 2,25
- b) 1,35
- c) 4,25
- d) 2,85
- e) 3,75

7. Um bloco de 5kg que desliza sobre um plano horizontal está sujeito às forças  $F = 15\text{N}$ , horizontal para a direita e  $f = 5\text{N}$ , força de atrito horizontal para a esquerda. A aceleração do corpo é:

- a)  $2 \text{ m/s}^2$
- b)  $3 \text{ m/s}^2$
- c)  $5 \text{ m/s}^2$
- d)  $7 \text{ m/s}^2$
- e)  $10 \text{ m/s}^2$

8. Quando a resultante das forças que atuam sobre um corpo é 10N, sua aceleração é  $4\text{m/s}^2$ . Se a resultante das forças fosse 12,5N, a aceleração seria de:

- a)  $2,5 \text{ m/s}^2$

- b)  $5,0 \text{ m/s}^2$
- c)  $7,5 \text{ m/s}^2$
- d)  $2 \text{ m/s}^2$
- e)  $12,5 \text{ m/s}^2$

9. (UFGO) Um automóvel em trajetória reta, tem massa  $1.512 \text{ kg}$  e uma velocidade inicial de  $60 \text{ km/h}$ . Quando os freios são acionados, para produzir uma desaceleração constante, o carro para em  $1,2 \text{ min}$ . A força aplicada ao carro é igual, em newtons, a:

- a) 350
- b) 1.260
- c) 21.000
- d) 25.200
- e) 75.600

10. (ITA-SP) Um automóvel pára quase que instantaneamente ao bater frontalmente numa árvore. A proteção oferecida pelo “air-bag”, comparativamente ao carro que dele não dispõe, advém do fato de que a transferência para o carro de parte do momentum do motorista se dá em condição de

- a) menor força em maior período de tempo.
- b) menor velocidade, com mesma aceleração.
- c) menor energia, numa distância menor.
- d) menor velocidade e maior desaceleração.
- e) mesmo tempo, com força menor.

11. Durante sua apresentação numa “pista de gelo”, um patinador de  $60 \text{ kg}$ , devido à ação exclusiva da gravidade, desliza por uma superfície plana, ligeiramente inclinada em relação à horizontal, conforme ilustra a figura a seguir. O atrito é praticamente desprezível. Quando esse patinador se encontra no topo da pista, sua velocidade é zero e ao atingir o ponto mais baixo da trajetória, sua quantidade de movimento tem módulo



- a)  $1,20 \cdot 10^2 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
- b)  $1,60 \cdot 10^2 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
- c)  $2,40 \cdot 10^2 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
- d)  $3,60 \cdot 10^2 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
- e)  $4,80 \cdot 10^2 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

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

12. Observe a tabela abaixo, que apresenta as massas de alguns corpos em movimento uniforme.

CORPOS	MASSA (kg)	VELOCIDADE (km/h)
leopardo	120	60
automóvel	1100	70
caminhão	3600	20



Admita que um cofre de massa igual a 300kg cai, a partir do repouso e em queda livre de uma altura de 5m. Considere  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $Q_3$  e  $Q_4$ , respectivamente, as quantidades de movimento do leopardo, do automóvel, do caminhão e do cofre ao atingir o solo.

As magnitudes dessas grandezas obedecem a relação indicada em:

- a)  $Q_1 < Q_4 < Q_2 < Q_3$
- b)  $Q_4 < Q_1 < Q_2 < Q_3$
- c)  $Q_4 < Q_1 < Q_3 < Q_2$
- d)  $Q_4 < Q_1 < Q_3 < Q_2$

### TERCEIRA LEI DE NEWTON OU PRINCÍPIO DE AÇÃO E REAÇÃO

#### 4.3.1 Problematização

Uma experiência pela qual muitas pessoas já passaram foi a de chutar uma bola. Agora uma pergunta, “é o pé que chuta a bola, ou a bola que bate no pé?”

Nesse momento, o professor pode utilizar a figura 27, para problematizar, deixar que os estudantes em grupos discutam sobre o que está sendo estudado, tanto em relação ao questionamento inicial quanto a imagem apresentada na figura 27. Buscando quais as concepções prévias dos alunos.

Figura 27 – Bola Batendo no Rosto de uma Pessoa.



Fonte: Amino (2020)

Fonte: [https://aminoapps.com/c/the-flash-oficial/page/blog/3deg-lei-de-newton-acao-e-reacao/JVdB\\_q1UduVb0ozDz2526wdNjLqRlXrVGN](https://aminoapps.com/c/the-flash-oficial/page/blog/3deg-lei-de-newton-acao-e-reacao/JVdB_q1UduVb0ozDz2526wdNjLqRlXrVGN)

No momento que eles tiverem discutindo sobre o conceito. O professor pode pedir para que respondam a mais um questionamento. Nesse momento então o professor fará a seguinte experiência: pegue uma bola de futebol e a arremesse na parede, depois diga que eles pensem sobre o que aconteceu.

Agora os instigue a responder: “A bola bateu na parede e ficou parada ou voltou? Por que isso aconteceu?”

Outra situação que pode ser explorada é a representada na figura 28:

Figura 28 – Pessoa Andando.



Fonte: Marianinha (2020)

Fonte: <http://cfq9anomarianinha.blogspot.com/2015/03/3-lei-de-newton.html>

“Qual será o real motivo de conseguirmos andar sobre uma superfície asfáltica ao invés de ficar deslizando sempre no mesmo lugar?”

**Professor:** Nessa parte inicial, você pode construir cartazes a partir do uso da LD, trabalhando com os alunos em grupos, fazendo com que eles tracem ali, suas concepções relacionadas a esses questionamentos iniciais, para que ao final você possa voltar a essa lousa e discutir com eles sobre as mudanças conceituais que aconteceram.

### 4.3.2 Organização do Conhecimento

**Professor:** Com intuito de alcançar a aprendizagem dos alunos, buscou-se apresentar inicialmente alguns conceitos que são necessários para se trabalhar com a terceira lei de Newton.

#### Força Gravitacional

A Força Gravitacional é a força da atração entre todas as massas do universo, especialmente a atração da massa da Terra por corpos próximos à sua superfície.

A gravidade também está relacionada a massa, pois, quanto maior a massa de um objeto, maior a força gravitacional que ele exerce sobre outros objetos.

Considere um corpo de massa  $m$  em queda livre, submetido a uma aceleração de módulo  $g$ . Desprezando a resistência do ar, podemos pensar que a única força que atua sobre o corpo é a força gravitacional  $\vec{F}_g$ . Assim, podemos relacionar essa força à aceleração correspondente através da segunda Lei de Newton, ( $\vec{F} = m\vec{a}$ ).

Assim, podemos reescrever como ( $\vec{F}_g = m\vec{g}$ ), concluindo que o módulo da força gravitacional é igual ao produto  $mg$ .

**Dicas:** Para interação dos alunos, professor pode solicitar que alguns alunos venha até a LD e busquem com acesso a internet, os valores de gravidade de outros planetas. Podem até criar uma tabela nesse momento, utilizando as ferramentas de construção de texto da LD.

#### Força Peso

A força-peso é o resultado da atração gravitacional exercida pela Terra não somente sobre os objetos localizados próximo à sua superfície, mas atuando

também a distâncias relativamente longas. A figura 29, nos mostra a relação matemática que nos possibilita calcular o peso.

Figura 29 – Tirinha, Segunda Lei de Newton.



O peso  $P$  de um corpo é igual ao produto da ( $F_g$ ) da força gravitacional que age sobre o corpo da sua massa ( $m$ ).

O fato de os objetos caírem sobre a superfície terrestre é a consequência mais perceptível da mesma. Escreve-se a força-peso sob a forma.

$$P = mg$$

$P =$  força peso

$m =$  massa

$g =$  aceleração da gravidade (Terra =  $9,8 \text{ m/s}^2$ )

O peso de um corpo não é sua massa. Peso é o módulo de uma força, que está relacionada à massa e a aceleração da gravidade. Se você mover um corpo para um local onde o valor de  $g$  é diferente, a massa do corpo continuará a mesma, mas o peso mudará.

**Dicas:** Professor pode criar uma lista de pesos dos alunos da turma, podemos utilizar uma balança afim de medir a massa de cada um, e depois de forma individual eles calculam o seu próprio peso.

### Exemplo:

O peso de uma bola de boliche de massa igual a  $7,2 \text{ kg}$  é  $71\text{N}$  na Terra. A massa é a mesma na Terra e na Lua, mas a aceleração de queda livre na Lua é apenas  $1,6 \text{ m/s}^2$ .

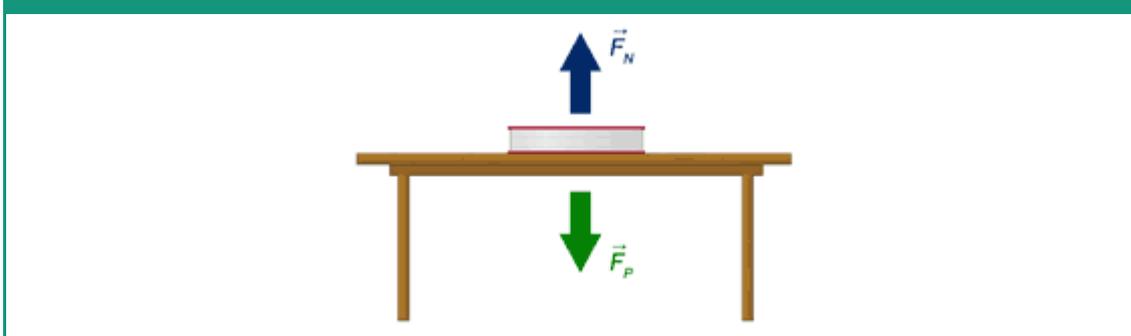
## Força Normal

Se você ficar em pé em um colchão a Terra o puxará para baixo, mas você permanecerá em repouso. Isso acontece porque o colchão se deforma sob o seu peso e empurra você para cima.

Esse empurrão exercido pelo colchão ou pelo piso é uma força normal  $\vec{F}_N$ . O nome vem do termo matemático normal, que significa perpendicular (HALLIDAY, 2008).

Um exemplo de força normal pode ser mostrado pela figura 30. É importante frisar que a força normal, não forma par de ação e reação com a força peso.

Figura 30 – Livro sobre a mesa.



Fonte: Como Calcular, 2021

Link: <https://comocalcular.com.br/fisica/forca-peso-como-calcular/>

De maneira simplificada, força normal é uma componente de uma força de contato. Esta componente é sempre perpendicular à superfície na qual o objeto se encontra. Por exemplo, em uma superfície plana, como o chão. Em outras palavras, a força normal é responsável para que objetos sólidos não se atravessem.

Para realizar o cálculo da força normal, utilizamos a aceleração perpendicular às superfícies. Dessa forma, usamos a segunda lei de Newton para calcular a mesma. Porém, a esta equação só pode ser usada para superfícies planas, não sendo válida para superfícies inclinadas.

$$F_N = mg$$

$F_N$  = força normal (N)

$m$  = massa (kg)

$g$  = aceleração da gravidade ( $m/s^2$ )

Desse modo, a força peso é uma força que atua a distância. A força normal atua por contato.

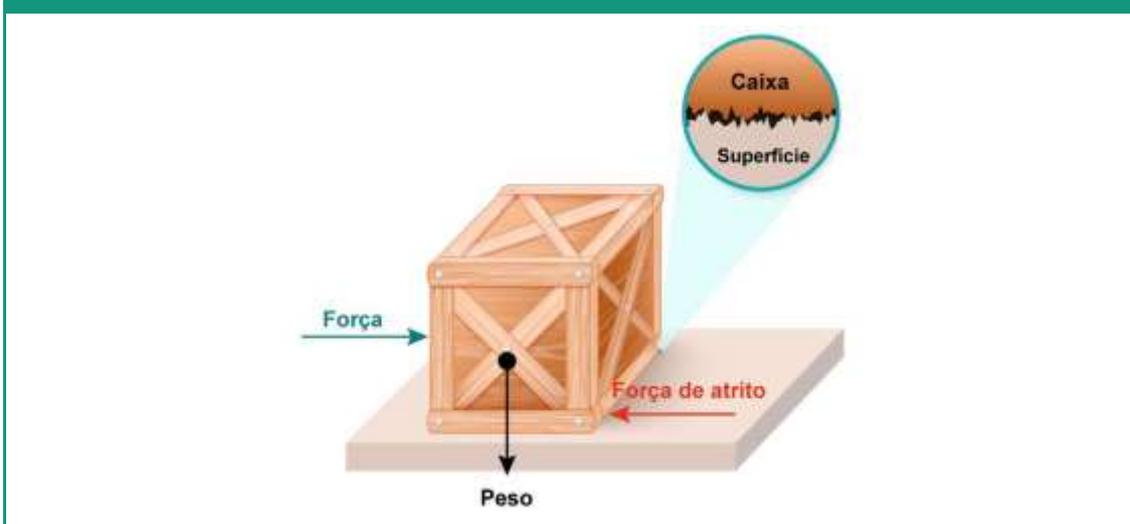
### Força de Atrito

Quando empurramos ou tentamos empurrar um corpo sobre uma superfície, a interação dos átomos do corpo com os átomos da superfície faz com que haja uma resistência ao movimento.

Essa resistência é considerada como uma força  $\vec{f}$ , que recebe o nome de força de atrito. Essa força é paralela à superfície e aponta no sentido oposto ao movimento ou da tendência ao movimento (HALLIDAY, 2008).

A partir da figura 31, podemos entender as forças que atuam em um objeto, mostrando que a força de atrito sempre é contrária a força impressa no objeto.

Figura 31 – Bloco.



Fonte: Pinterest, 2021

Link: <https://br.pinterest.com/pin/364650901085211797/>

Essa força de atrito pode ser classificada de duas formas:

**Força de atrito cinético (ou dinâmico):** é uma força que surge em oposição ao movimento de objetos que estão se movendo.

A força de atrito cinético pode ser calculada com a fórmula:

$$F_{at} = u_c \cdot N$$

$F_{at}$  = força de atrito cinético  
 $u_c$  = coeficiente de atrito cinético  
 $N$  = força normal

**Força de atrito estático:** atua sobre o objeto em repouso e dificulta ou impossibilita que ele inicie o movimento.

força de atrito estático é calculada pela seguinte fórmula:

$$F_{at} = u_e \cdot N$$

$F_{at}$  = força de atrito estático  
 $u_c$  = coeficiente de atrito estático  
 $N$  = força normal

Um exemplo de atrito é quando andamos, empurramos o chão para trás com os pés, e o chão, por sua vez, exerce uma força de atrito cinético sobre a pessoa, empurrando-a para frente. Se não houvesse o atrito, ao tentar andar, ficaríamos deslizando no chão sem sair do lugar.

**Professor:** Nesse momento você pode buscar novamente a figura 27, e agora sim explicar para os alunos as forças atuantes naquele momento. Pode utilizar a imagem para rascunhar outras situações caso desejar.

### Força de Tração

A força de tração acontece quando uma corda é presa a um corpo e esticada aplica ao corpo uma força  $\vec{T}$  orientada ao longo da corda. Essa força é chamada de tração porque a corda está sendo tracionada.

Como pode ser observado na figura 32, na qual um homem imprime uma força na corda, para levantar o objeto.

Figura 32 – Força de Tração.



Fonte: VamosEstudarFísica, 2021

Link: <https://vamosestudarfisica.com/roldana-uma-maquina-simples/>

Podemos utilizar a figura 31, para explicar as forças existentes naquela situação.

### Terceira Lei de Newton

Assim para responder as questões iniciais, o que realmente acontece tem a ver com a terceira lei de Newton, pois, quando a bola bate na parede ela faz uma força sobre a parede, para que a parede não saia do lugar, a parede deve fazer a mesma força contra a bola.

**Professor:** Nesse momento você pode buscar na internet uma imagem que seja similar a essa situação e utilizando ela, pode desenhar as forças que estão contidas na mesma.

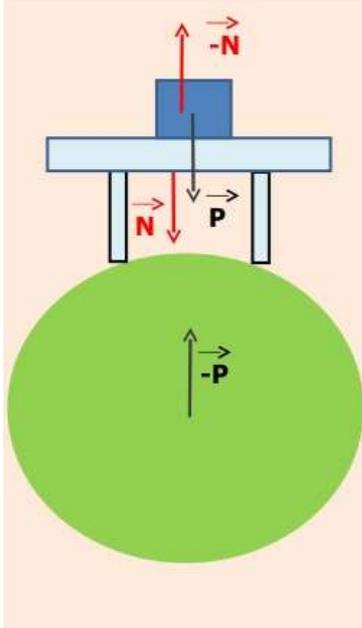
“QUANDO DOIS CORPOS INTERAGEM, AS FORÇAS QUE CADA CORPO EXERCE SOBRE O OUTRO SÃO SEMPRE IGUAIS EM MÓDULO E TÊM SENTIDOS OPOSTOS”.

Para que o professor possa exemplificar a terceira lei, deve iniciar explicando a questão da força peso (já apresentado nesse texto). Esta força, é consequência da atração gravitacional, na qual, está estabelecida entre um planeta qualquer e outro corpo ou objeto. Essa força sempre tem direção radial e sentido para baixo ou melhor para o centro da Terra, como já visto anteriormente.

Assim, poderíamos pensar que se um objeto que se encontra sobre a superfície faz uma força para baixo, essa força é chamada de força peso, que é a associação entre a massa do objeto e a aceleração da gravidade. Dessa forma, se o corpo faz essa força peso para baixo, existe outra força que estaria voltada para cima?

Portanto, observando a figura 33, o professor pode realizar discussões para sondar o que os alunos entendem a partir dessa imagem. É nesse momento que pode surgir a confusão.

Figura 33 – Bloco Sobre a Mesa.



A Terra exerce no bloco uma força para baixo: Peso (  $\vec{P}$  )

O bloco reage na Terra: reação ao Peso (  $-\vec{P}$  )

O bloco comprime a mesa: Normal (  $\vec{N}$  )

A mesa reage no bloco: reação à Normal (  $-\vec{N}$  )

Pares ação – reação ( não se anulam ) :

- $\vec{P}$  e  $-\vec{P}$
- $\vec{N}$  e  $-\vec{N}$

Forças que atuam no bloco:  $\vec{N}$  e  $\vec{P}$ . Como não são um par ação-reação podem se anular.

Se o bloco está em repouso, a resultante de forças no bloco tem que ser nula. Logo, a reação da normal anula o peso. Para isso:

$$|\vec{N}| = |\vec{P}|$$

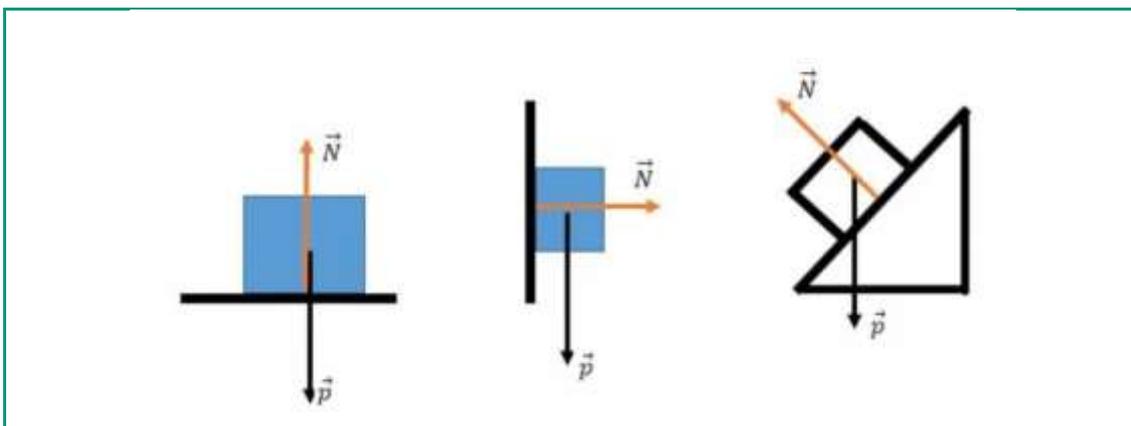
Fonte: Slideshare, 2021  
Link: <https://pt.slideshare.net/fisicaatual/dinmica-8027169>

Deixe os mesmos interagirem com o quadro, utilizarem a caneta digital para desenhar sobre a imagem, ou criarem outros desenhos e outras interpretações.

**Professor:** Aqui se torna importante explicar novamente que a força peso e força normal não formam um par ação e reação. Mais que a força que a Terra exerce sobre o bloco e a que o bloco exerce sobre a Terra, sim, formam um par ação e reação.

Em seguida o professor pode mostrar a figura 34, para explicar então que deve se tomar cuidados ao analisar o par ação e reação, pois o mesmo acontece em corpos diferentes, já o par força peso e força normal estão interagindo no mesmo corpo.

Figura 34 – Forças, Normal e Peso.



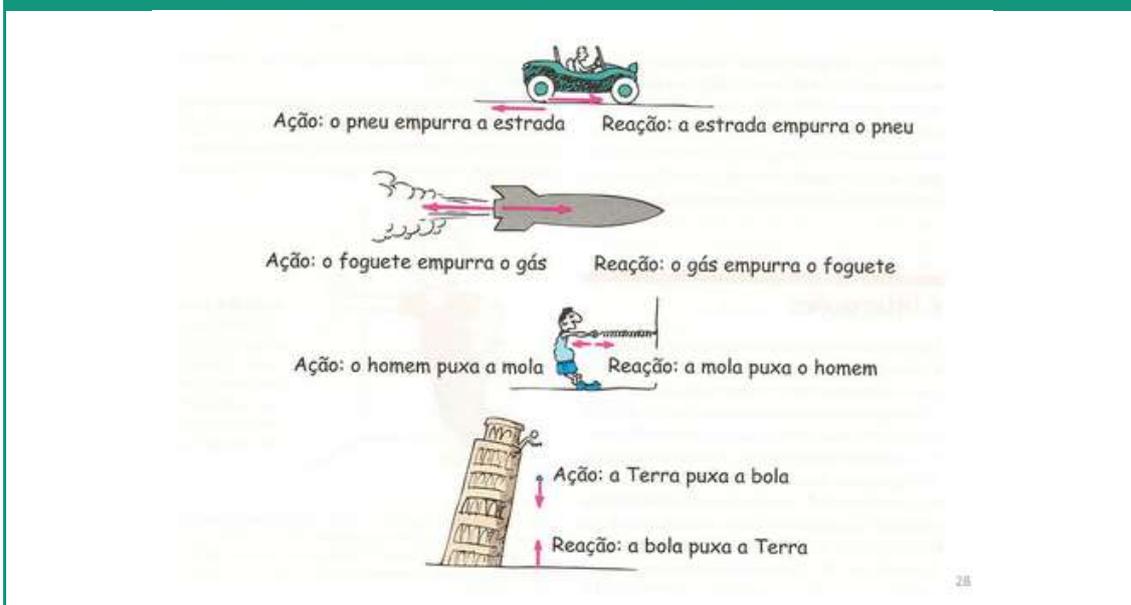
Fonte: Curso Eem Gratuito (2020)

Link: <https://cursoenemgratuito.com.br/forca-de-atrito/>

O professor pode então interagir com a LD explicando que no primeiro caso podemos pensar de forma intuitiva que a força peso e a força normal formam um par ação e reação, portanto quando observamos outros ângulos, percebemos que elas não estão na mesma direção e nem em corpos diferentes, portanto não formam um par ação e reação.

Assim, depois de definir uma situação na qual poderia causar conclusões erradas, o professor traz uma explicação do que realmente envolve o par ação e reação, na figura 35 possuímos alguns exemplos da atuação do par ação e reação.

Figura 35 – Exemplos da Terceira Lei de Newton.



Fonte: Slide Player (2020)

Link: <https://slideplayer.com.br/slide/1827860/>

Como podemos ver, quando falamos em ação e reação estamos relacionando forças de interação entre dois corpos, e devem entender que toda ação corresponde uma reação, de mesmo módulo, mesma direção e de sentidos opostos.

**Professor:** Se assim desejar, pode deixar os alunos circularem pela escola e tentarem buscar novos exemplos que possam ser explicados pela terceira lei de Newton (ação e reação). Aqui os alunos podem montar as imagens na LD e explicar as mesmas em sala.

Por exemplo: A Terra exerce uma força de atração sobre todos os corpos próximos a sua superfície. Estes corpos também exercem uma força de atração sobre a Terra. Entretanto, pela diferença de massa, verificamos que o deslocamento sofrido pelos corpos é bem mais considerável do que o sofrido pela Terra.

#### 4.3.3 Aplicação do Conhecimento

Com intuito de verificar se os alunos conseguiram abstrair os conceitos relacionados a terceira lei de Newton, iremos disponibilizar a figura 36, na qual eles deverão ir ao LD e com a caneta digital desenhar quais as forças atuantes sobre os objetos e determinar os pares ação e reação.

Figura 36 – Exemplos sobre a Terceira Lei de Newton.



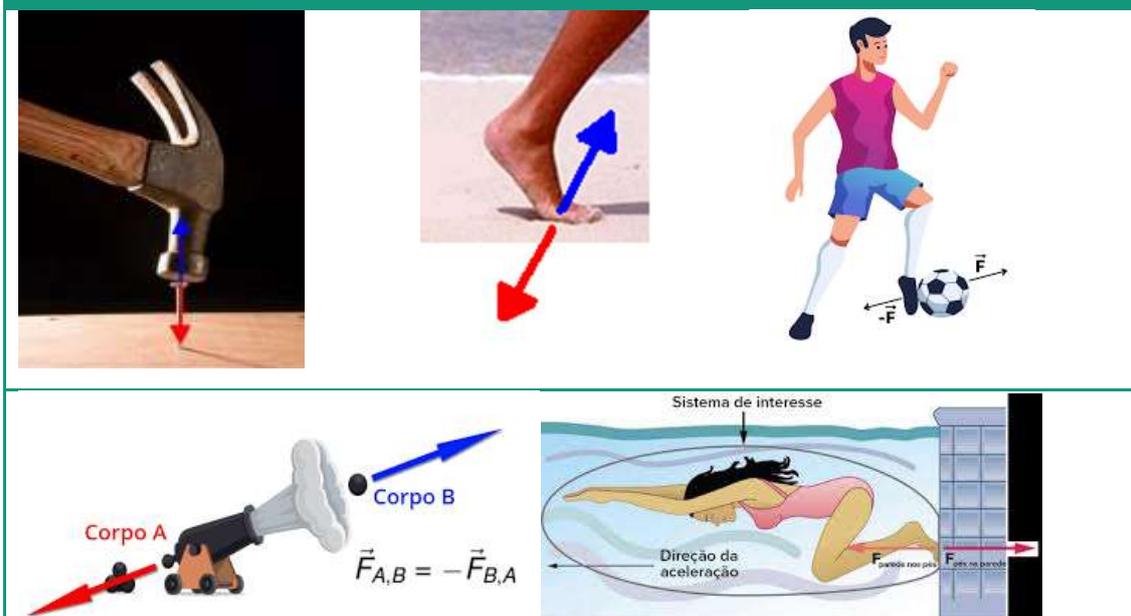


Deixar esse tempo livre para que eles discutam e pensem como a terceira lei pode ser aplicada nessas situações.

**Professor:** Nesse momento deixe eles discutirem e chegarem às conclusões, deixar com que eles interajam com a LD desenhando as forças existentes nesses exemplos.

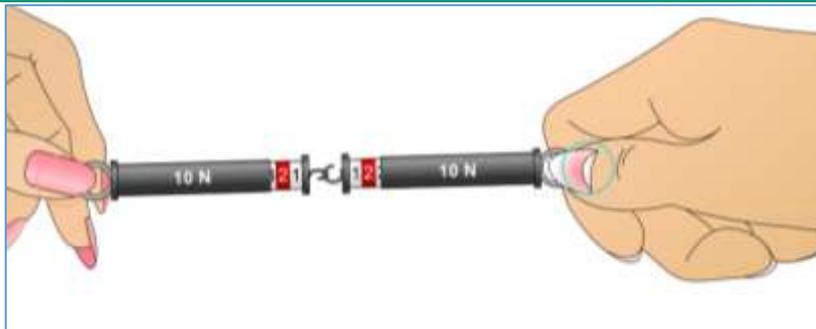
Depois então o professor pode buscar demonstrar tanto nas mesmas imagens, desenhando e corrigindo o que os alunos fizeram ou apresentando imagens como na figura 37, que possam mostrar o par ação e reação.

Figura 37 – Explicação Sobre a Terceira Lei de Newton.



Com intuito de trabalhar com o par ação e reação, podemos utilizar também a animação da figura 38, na qual o aluno pode interagir com a animação.

Figura 38 – Animação do Vascak, Terceira Lei de Newton.



Fonte: Vascak (2020)

link:

[https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech\\_newton3&l=pt](https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_newton3&l=pt)

A animação da figura 38 mostra uma aplicação da terceira lei, na qual, a pessoa aplica uma força no dinamômetro, a outra apesar de não puxar também aplica a mesma força, pois ao contrário a pessoa será puxada pela outra.

**Professor:** Caso a escola ou professor disponibilizarem um dinamômetro, o professor pode fazer a atividade de forma prática.

Assim para finalizar esse conteúdo o professor pode propor um experimento de baixo custo.

Para desenvolver esse experimento o professor pode pedir que os alunos tragam alguns materiais, como: carrinhos, balões e canudos de refresco. Assim para realizar a montagem do experimento pegamos o carrinho de brinquedo e um balão acoplado a um canudo de refresco, com o canudo colado em cima do carrinho. Dessa forma, deixamos o balão cheio e quando soltamos o carrinho entra em movimento. Exemplo está na figura 39.

Figura 39 – Experimento com Carrinho e Balão.



**Fonte: You Tube (2020)**

link: <https://www.youtube.com/watch?v=17Lyo9DKqWo>

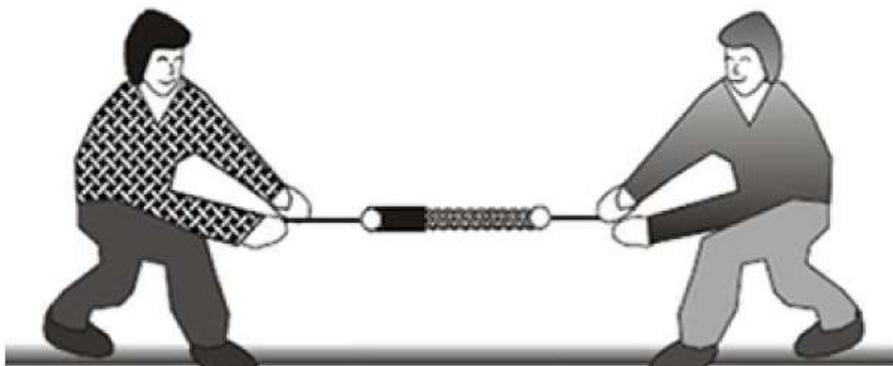
Assim, o professor pode explicar o par ação e reação que explica por que o carrinho ao soltar a ponta do canudo entra em movimento.

**Professor:** Desse modo, professor, finalizamos esse módulo referente as três leis de Newton, esperamos que você tenha alcançado os seus objetivos de ensino e aprendizagem.

## PRODUÇÃO DOS ALUNOS

1. (UFTM) Analisando as Leis de Newton, pode-se concluir corretamente que:
  - a) O movimento retilíneo e uniforme é consequência da aplicação de uma força constante sobre o corpo que se move.
  - b) A lei da inércia prevê a existência de referenciais inerciais absolutos, em repouso, como é o caso do centro de nossa galáxia.
  - c) Para toda ação existe uma reação correspondente, sendo exemplo dessa circunstância a força normal, que é reação à força peso sobre objetos apoiados em superfícies planas.
  - d) Se um corpo é dotado de aceleração, está certamente é consequência da ação de uma força, ou de um conjunto de forças de resultante diferente de zero, agindo sobre o corpo.
  - e) A força centrífuga é uma força que surge em decorrência da lei da inércia sobre corpos que obedecem a um movimento circular e que têm como reação a força centrípeta.

2. (FEI-SP) Um dinamômetro possui suas duas extremidades presas a duas cordas. Duas pessoas puxam as cordas na mesma direção e sentidos opostos, com força de mesma intensidade  $F = 100\text{N}$ . Quanto marcará o dinamômetro?



- a) 200N
- b) 0
- c) 400N
- d) 50N
- e) 100N

3. (Enem – 2018) Durante uma faxina, a mãe pediu que o filho a ajudasse, deslocando um móvel para mudá-lo de lugar. Para escapar da tarefa, o filho disse ter aprendido na escola que não poderia puxar o móvel, pois a Terceira Lei de Newton define que se puxar o móvel, o móvel o puxará igualmente de volta, e assim não conseguirá exercer uma força que possa colocá-lo em movimento. Qual argumento a mãe utilizará para apontar o erro de interpretação do garoto?

- a) A força de ação é aquela exercida pelo garoto.
- b) A força resultante sobre o móvel é sempre nula.
- c) As forças que o chão exerce sobre o garoto se anulam.
- d) A força de ação é um pouco maior que a força de reação.
- e) O par de forças de ação e reação não atua em um mesmo corpo.

4. (IFSC) Um pássaro está em pé sobre uma das mãos de um garoto. É CORRETO afirmar que a reação à força que o pássaro exerce sobre a mão do garoto é a força:

- a) da Terra sobre a mão do garoto.
- b) do pássaro sobre a mão do garoto.
- c) da Terra sobre o pássaro.
- d) do pássaro sobre a Terra.

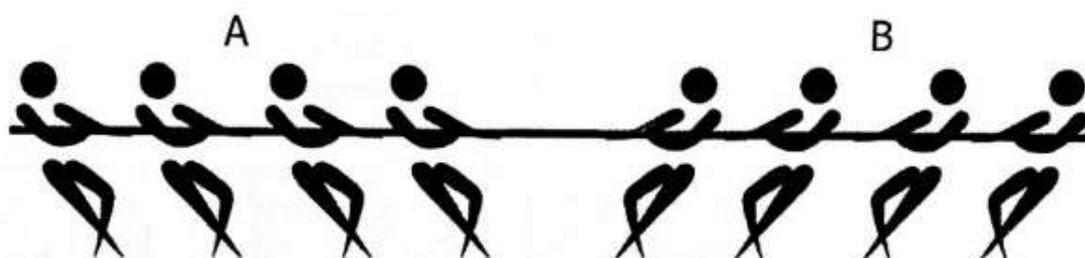
e) da mão do garoto sobre o pássaro

5. (UERN) Duas esferas metálicas idênticas estão carregadas com cargas elétricas de sinais iguais e módulos diferentes e se encontram situadas no vácuo, separadas uma da outra por uma distância  $x$ . Sobre a força elétrica, que atua em cada uma dessas esferas, tem-se que são:

- a) iguais em módulo e possuem sentidos opostos.
- b) iguais em módulo e possuem o mesmo sentido.
- c) diferentes em módulo e possuem sentidos opostos.
- d) diferentes em módulo e possuem o mesmo sentido.

(UFRGS - 2018) O cabo-de-guerra é uma atividade esportiva na qual duas equipes, A e B, puxam uma corda pelas extremidades opostas, conforme representa a figura abaixo.

6. Considere que a corda é puxada pela equipe A com uma força horizontal de módulo 780 N e pela equipe B com uma força horizontal de módulo 720 N. Em dado instante, a corda arrebenta. Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

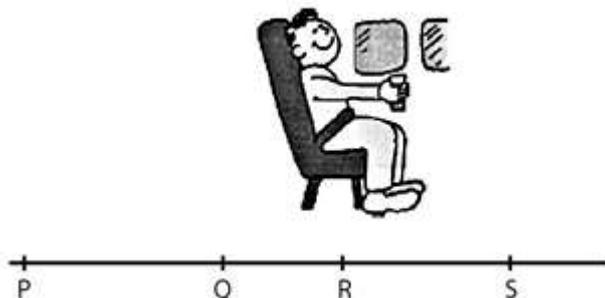


A força resultante sobre a corda, no instante imediatamente anterior ao rompimento, tem módulo 60 N e aponta para a \_\_\_\_\_. Os módulos das acelerações das equipes A e B, no instante imediatamente posterior ao rompimento da corda, são, respectivamente, \_\_\_\_\_, supondo que cada equipe tem massa de 300 kg.

- a) esquerda -  $2,5 \text{ m/s}^2$  e  $2,5 \text{ m/s}^2$
- b) esquerda -  $2,6 \text{ m/s}^2$  e  $2,4 \text{ m/s}^2$
- c) esquerda -  $2,4 \text{ m/s}^2$  e  $2,6 \text{ m/s}^2$
- d) direita -  $2,6 \text{ m/s}^2$  e  $2,4 \text{ m/s}^2$
- e) direita -  $2,4 \text{ m/s}^2$  e  $2,6 \text{ m/s}^2$

7. (Uerj) No interior de um avião que se desloca horizontalmente em relação ao solo, com velocidade constante de 1000 km/h, um passageiro deixa cair um

copo. Observe a ilustração abaixo, na qual estão indicados quatro pontos no piso do corredor do avião e a posição desse passageiro.



O copo, ao cair, atinge o piso do avião próximo ao ponto indicado pela seguinte letra:

- a) P
- b) Q
- c) R
- d) S

## 6. Referências

AMINO. **3º Lei de Newton: Ação e Reação.** Disponível em: [https://aminoapps.com/c/the-flash-oficial/page/blog/3deg-lei-de-newton-acao-e-reacao/JVdB\\_q1UduVb0ozDz2526wdNjLqRlrxVGN](https://aminoapps.com/c/the-flash-oficial/page/blog/3deg-lei-de-newton-acao-e-reacao/JVdB_q1UduVb0ozDz2526wdNjLqRlrxVGN). Acesso em: 29 Ago. 2020.

Biologia Total. **Exemplo da Primeira Lei de Newton.** Disponível em: <https://blog.biologiatotal.com.br/primeira-lei-de-newton/>. Acesso em: 28 Ago. 2020.

BLOG DE FÍSICO – QUÍMICA. **Imagem de um Corpo Permanecendo em Movimento.** Disponível em: <http://ritacunha-cfq.blogspot.com/2014/03/as-leis-de-newton.html>. Acesso em: 7 Jan. 2020.

BLOG DE FÍSICO – QUÍMICA. **Imagem de um Corpo Pernancendo em Repouso.** Disponível em: <http://ritacunha-cfq.blogspot.com/2014/03/as-leis-de-newtonhttps://www.bing.com/images/search?view=detailV2&id=A5C4968B88871075066EA2809A38B53E16356986&thid=OIP.rggZfPIYoqDltwCviBzpvQHaDm&mediurl=https%3A%2F%2Fstatic.mundoeducacao.bol.uol.com.br%2Fmundoeducacao%2Fconteudo%2Fexperimento-inercia.jpg&exph=340&expw=700&q=primeira+lei+de+newton&selectedindex=88&ajaxhist=0&vt=0&eim=1,6.html>. Acesso em: 7 Jan. 2020.

BONFIM, Danúbia Damiana Santos; COSTA, Priscila Carozza Frasson; NASCIMENTO, William Júnior do. **A abordagem dos Três Momentos Pedagógicos no estudo de velocidade escalar média.** Experiências em Ensino de Ciências (UFRGS), v. 13, p. 187-197, 2018.

BRAINLY. **Segunda Lei de Newton.** Disponível em: <https://brainly.com.br/tarefa/20558355>. Acesso em: 28 Ago. 2020.

BRASIL ESCOLA. **Experimento da Primeira Lei de Newton.** Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/primeira-lei-newton.htm>. Acesso em: 28 Ago. 2020.

BRASIL ESCOLA. **Imagem de Um Balão Sendo Solto e Uma Pessoa Sobre a Superfície.** Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/terceira-lei-newton.htm>. Acesso em: 4 Mar. 2020.

DIGIBRAS. **Manual do Usuário do Sistema de Lousa Interativa Portátil uBoard.** Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL).

EDISCIPLINAS. USP. **Elaboração Didático:** Elaborado na Disciplina. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/324050/mod\\_resource/content/1/Material%20Did%C3%A1tico%20-%20Francisco.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/324050/mod_resource/content/1/Material%20Did%C3%A1tico%20-%20Francisco.pdf). Acesso em: 31 Ago. 2020.

FÍSICA FASCINANTE. **Imagem Ilustrativa do Vetor Força.** Disponível em: <https://fisicafascinante.tumblr.com/post/27435394464/segunda-lei-de-newton>. Acesso em: 8 Fev. 2020.

HALLIDAY, David, Robert RESNICK, and Jearl WALKER. "**Fundamentos de Física Volume 1: Mecânica**, 8.ª Edição." LTC–Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda., Rio de Janeiro, Brasil (2008).

HECK, Carine. **Integração de tecnologia no ensino de física na educação básica**: Um estudo de caso utilizando a experimentação remota móvel. Dissertação (Mestrado em Tecnologias da Informação e Comunicação), Universidade Federal de Santa Catarina. Araranguá, p. 133. 2017.

ISTOCKPHOTO. **De Carro Semáforo - Ilustração em Alta Resolução**. Disponível em: <https://www.istockphoto.com/br/vetor/de-carro-sem%C3%A1foro-gm545561566-98357755>. Acesso em: 28 Ago. 2020.

MARIANINHA. **3º Lei de Newton**: Lei da Ação e Reação. Disponível em: <http://cfq9anomarianinha.blogspot.com/2015/03/3-lei-de-newton.html>. Acesso em: 29 Ago. 2020.

MUENCHEN, Cristiane; DELIZOICOV, Demétrio. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro "Física". **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 20, n. 3, p. 617-638, 2014.

PHET COLORADO. **Forças e Movimento (2.06)**. Disponível em: [https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/motion-series/latest/motion-series.html?simulation=forces-and-motion&locale=pt\\_BR](https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/motion-series/latest/motion-series.html?simulation=forces-and-motion&locale=pt_BR). Acesso em: 28 Ago. 2020.

PROFESSOR BRUNO FERNANDES. **Macete da Lei da Inércia – ENEM e vestibulares**. Disponível em: <https://blog.professorbrunofernandes.com.br/macete-da-lei-da-inercia-enem-e-vestibulares/>. Acesso em: 29 Ago. 2020.

SANTOS, Gustavo. Henrique. dos; ALVES, L.; MORET, M. A. "Modellus: Animações interativas mediando à aprendizagem significativa dos conceitos de Física no Ensino Médio". **Revista Científica da Escola de Administração do Exército**, v. 2, p. 88-108, 2006.

RITTER, Denise. **O Ensino De Probabilidade Geométrica: Desafios E Possibilidades**. 2017.

VASCAK. **Primeira Lei de Newton**. Disponível em: [https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech\\_newton1&l=pt](https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_newton1&l=pt). Acesso em: 7 Jan. 2020.

VASCAK. **Segunda Lei de Newton**. Disponível em: [https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech\\_newton2&l=pt](https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_newton2&l=pt). Acesso em: 5 Fev. 2020.

VASCAK. **Terceira Lei de Newton**. Disponível em:  
[https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech\\_newton3&l=pt](https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_newton3&l=pt). Acesso em: 4 Mar. 2020.

YOUTUBE. Física 1 C5-A4 **Segunda Lei de Newton do Movimento, Força, Massa e Aceleração relação 2ª Lei Newton**. Disponível em:  
<https://www.youtube.com/watch?v=Ht0uWNBH-44>. Acesso em: 28 Ago. 2020.

YOUTUBE. **Terceira Lei de Newton: O Carrinho Que Anda**. Disponível em:  
<https://www.youtube.com/watch?v=17Lyo9DKqWo>. Acesso em: 29 Ago. 2020.

YOUTUBE. **Vídeo sobre o Cinto de Segurança**. Disponível em:  
<https://www.youtube.com/watch?v=m3yYKAFxM4E>. Acesso em: 8 Fev. 2020.

WIKIPÉDIA. **An Animation Depicting Convection Currents Given a Heat Source**. Disponível em:  
<https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Convection.gif#/media/Ficheiro:Convection.gif>. Acesso em: 31 Ago. 2020.

UNINTER. **O Uso Das Lousas Digitais Na Educação Inclusivas**. Disponível em: <https://tecnologiauninter.wordpress.com/2017/09/12/o-uso-das-lousas-digitais-na-educacao-inclusivas/>. Acesso em: 03 Fev. 2021.