

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

PPGEF
ensino de física

Jeremias Borges da Silva
André Maurício Brinatti
André Vitor Chaves de Andrade
Sílvio Luiz Rutz da Silva
(organizadores)

LUIZ ALBERTO CLABONDE
LUIZ ANTÔNIO BASTOS BERNARDES
JEREMIAS BORGES DA SILVA

volume 6

**Ensino dos Conceitos de Movimento e
Inércia na Mecânica, a Partir de Uma
Concepção de Ciência que Não Utiliza a
Lógica Binária**

SÉRIE
Produtos Educacionais em Ensino de Física

UEPG - PROEX

SÉRIE

Produtos Educacionais em Ensino de Física

Volume 6

LUIZ ALBERTO CLABONDE

LUIZ ANTÔNIO BASTOS BERNARDES

JEREMIAS BORGES DA SILVA

**Ensino dos Conceitos de Movimento e
Inércia na Mecânica, a partir de uma
Concepção de Ciência que não Utiliza a
Lógica Binária**

Jeremias Borges da Silva
André Maurício Brinatti
André Vitor Chaves de Andrade
Silvio Luiz Rutz Da Silva
(ORGANIZADORES)

UEPG – PROEX
1a. Edição
Ponta Grossa – PR
2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA

Prof. Dr. Carlos Luciano Sant'Ana Vargas
REITOR

Profa. Dra. Gisele Alves de Sá Quimelli
VICE-REITOR

Profa. Dra. Marilisa Do Rocio Oliveira
PRÓ-REITOR DE EXTENSÃO E ASSUNTOS CULTURAIS

Profa. Dra. Osnara Maria Mongruel Gomes
PRÓ-REITOR DE PESQUISA E PÓSGRADUAÇÃO

PÓS GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MNPEF - POLO 35 – UEPG
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Colegiado

Prof. Dr. Jeremias Borges Da Silva (Coordenador)

Prof. Dr. Silvio Luiz Rutz Da Silva (*Vice-Coodenador*)

Prof. Dr. André Maurício Brinatti

Prof. Dr. Luiz Antônio Bastos Bernardes

Prof. Dr. Paulo César Facin

Aluno (*Rep. Discente*)

Suplentes

Prof. Dr. André Vitor Chaves de Andrade

Prof. Dr. Júlio Flemming Neto

SÉRIE:

PRODUTOS EDUCACIONAIS EM ENSINO DE FÍSICA

CONSELHO EDITORIAL DA SÉRIE

Prof. Dr. Alexandre Camilo Junior (UEPG)

Prof. Dr. André Maurício Brinatti (UEPG)

Prof. Dr. André Vitor Chaves de Andrade (UEPG)

Prof. Dr. Antonio Sérgio Magalhães de Castro (UEPG)

Prof. Dr. Gelson Biscaia de Souza (UEPG)

Prof. Dr. Jeremias Borges Da Silva (UEPG)

Prof. Dr. Júlio Flemming Neto (UEPG)

Prof. Dr. Luiz Américo Alves Pereira (UEPG)

Prof. Dr. Luiz Antônio Bastos Bernardes (UEPG)

Prof. Dr. Marcelo Emilio (UEPG)

Prof. Dr. Paulo Cesar Facin (UEPG)

Prof. Dr. Fabio Augusto Meira Cássaro (UEPG)

Prof. Dr. Luiz Fernando Pires (UEPG)

Prof. Dr. Sérgio da Costa Saab (UEPG)

Prof. Dr. Silvio Luiz Rutz Da Silva (UEPG)

Prof. Dr. Gerson Kniphoff da Cruz (UEPG)

Profa. Dra. Josie Agatha Parrilha da Silva (UEPG)

Prof. Dr. Adriano Reinaldo Viçoto Benvenho (UFABC)

Prof. Dr. Awdry Feisser Miquelin (UTFPR)

Prof. Dr. Carlos Alberto de Oliveira Magalhães Jr (UEM)

Profa. Dra. Cleci Werner da Rosa (UPF)

Prof. Dr. José Ricardo Galvão (UTFPR)

Prof. Dr. Hércules Alves de Oliveira Jr. (UTFPR)

Profa. Dra. Iramaia Jorge Cabral de Paulo (UFMT)

Prof. Dr. João Amadeus Pereira Alves (UTFPR)

Prof. Dr. Marco Antonio Moreira (UFRGS)

Prof. Dr. Marcos Antonio Florczak (UTFPR)

Profa. Dra. Sandra Mara Domiciano (UTFPR)

Profa. Dra. Sani de Carvalho Rutz da Silva (UTFPR)

SÉRIE

Produtos Educacionais em Ensino de Física

Volume 6

LUIZ ALBERTO CLABONDE

LUIZ ANTÔNIO BASTOS BERNARDES

JEREMIAS BORGES DA SILVA

**Ensino dos Conceitos de Movimento e
Inércia na Mecânica, a Partir de uma
Concepção de Ciência que não Utiliza a
Lógica Binária**

Jeremias Borges da Silva
André Maurício Brinatti
André Vitor Chaves de Andrade
Silvio Luiz Rutz Da Silva
(ORGANIZADORES)

UEPG – PROEX
1a. Edição
Ponta Grossa – PR
2018

C583e Clabonde, Luiz Alberto
Ensino dos conceitos de movimento e inércia na mecânica, a partir de uma concepção de ciência que não utiliza a lógica binária[livro eletrônico]/ Luiz Alberto Clabonde, Luiz Antônio Bastos Bernardes, Jeremias Borges da Silva. Ponta Grossa: UEPG/PROEX, 2018. (Série Produtos Educacionais em Física, v. 6).
42 p.; il.; e-book

ISBN: 978-85-63023-26-1

1. Ensino-aprendizagem. 2. Movimento. 3. Lógica. 4. Ciência. I. Bernardes, Luiz Antônio Bastos. II. Silva, Jeremias Borges da. III. T.

CDD: 531

Ficha Catalográfica Elaborada por Maria Luzia F. Bertholino dos Santos - CRB 9/986

Foto da Capa: Tranmautritam.com

Disponível em:

<https://www.pexels.com/photo/amusement-park-blue-sky-bright-carnival-412201/>



Este trabalho está licenciado com uma Licença Creative Commons – Atribuição - Não Comercial- Compartilha Igual 4.0 Internacional.

PREFÁCIO

Durante as últimas décadas, no Brasil se tem conseguido avanços significativos em relação a alfabetização científica, em especial na área do Ensino de Física, nos diversos níveis de ensino, entretanto continua pendente o desafio de melhorar a qualidade da Educação em Ciências. Buscando superar tal desafio a Sociedade Brasileira de Física (SBF) implementou o Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF) que se constitui em um programa nacional de pós-graduação de caráter profissional, voltado a professores de ensino médio e fundamental com ênfase principal em aspectos de conteúdos na Área de Física, resultando em uma ação que engloba diferentes capacidades apresentadas por diversas Instituições de Ensino Superior (IES) distribuídas em todas as regiões do País.

O objetivo do MNPEF é capacitar em nível de mestrado uma fração muito grande de professores da Educação Básica quanto ao domínio de conteúdos de Física e de técnicas atuais de ensino para aplicação em sala de aula como, por exemplo, estratégias que utilizam recursos de mídia eletrônica, tecnológicos e/ou computacionais para motivação, informação, experimentação e demonstrações de diferentes fenômenos físicos.

A abrangência do MNPEF é nacional e universal, ou seja, está presente em todas as regiões do País, sejam elas localizadas em capitais ou estejam afastadas dos grandes centros. Fica então clara a necessidade da colaboração de recursos humanos com formação adequada localizados em diferentes IES. Para tanto, o MNPEF está organizado em Polos Regionais, hospedados por alguma IES, onde ocorrerem as orientações das dissertações e são ministradas as disciplinas do currículo.

A Universidade Estadual de Ponta Grossa, por meio de um grupo de professores do Departamento de Física, faz parte do MNPEF desde o ano de 2014 tendo nesse período proporcionado a oportunidade de aperfeiçoamento para quarenta e cinco professores de Física da Educação Básica, sendo que desses quinze já concluíram o programa tornando-se Mestres em Ensino de Física.

A **Série Produtos Educacionais em Ensino de Física**, que ora apresentamos, consta de vários volumes que correspondem aos produtos

educacionais derivados dos projetos de dissertação de mestrado defendidos. Alguns desses volumes são constituídos de mais de um tomo.

Com essa série o MNPEF - Polo 35 - UEPG, não somente busca entregar materiais instrucionais para o Ensino de Física para professores e estudantes, mas também pretende disponibilizar informação que contribua para a identificação de fatores associados ao Ensino de Física a partir da proposição, execução, reflexão e análise de temas e de metodologias que possibilitem a compreensão do processo de ensino e aprendizagem, pelas vias do ensino e da pesquisa, resultado da formação de docentes-pesquisadores.

A série é resultado de atividade reflexiva, crítica e inovadora aplicada diretamente à atuação profissional do docente, na produção de conhecimento diretamente associado à prospecção de problemas e soluções para o ensino-aprendizagem dos conhecimentos em Física, apresentando estudos e pesquisas que se propõem com suporte teórico para que os profissionais da educação tenham condições de inovar sua prática em termos de compreensão e aplicação da ciência.

A intenção é que a **Série Produtos Educacionais em Ensino de Física** ofereça referências de propostas de Ensino de Física coerentes com as estruturas de pensamento exigidas pela ciência e pela tecnologia, pelo exemplo de suas inserções na realidade educacional, ao mesmo tempo que mostrem como se pode dar tratamento adequado à interdependência de conteúdos para a formação de visão das interconexões dos conteúdos da Física.

Prof. Dr. Jeremias Borges da Silva

Prof. Dr. André Maurício Brinatti

Prof. Dr. André Vitor Chaves de Andrade

Prof. Dr. Silvio Luiz Rutz Da Silva

Organizadores

Sumário

Sobre O Material	8
Como utilizar os cadernos didáticos e pedagógicos em sala de aula	9
Caderno Didático-Pedagógico 01	11
– Concepções Sobre Movimento E Inércia, De Acordo Com Galileu Galilei	12
Caderno Didático-Pedagógico 02	27
– Concepções Sobre Movimento E Inércia, De Acordo Com Isaac Newton	28

SOBRE O MATERIAL

Caro(a) professor(a)

O presente caderno didático-pedagógico foi concebido para ser utilizado como um livro de apoio para os estudantes do 1º ano do Ensino Médio e principalmente, será uma oportunidade que o professor terá para fazer uma sondagem em relação às concepções de ciência, em particular a Física, que seus estudantes possuem.

A ideia central do livro é demonstrar ao estudante que as formas de pensamento de senso comum, baseadas nas percepções sensoriais, e as formas de pensamento baseadas na lógica binária, são incompatíveis com as formas de se fazer ciências nos dias atuais, são incompatíveis com o paradigma científico atual.

Na elaboração do livro, teve-se uma preocupação enorme para que não ocorra uma imposição em relação a conteúdo ou em relação a conceito da Física, mas, que ocorra uma reflexão do próprio estudante em relação à sua forma de pensar. Essa reflexão deve ocorrer de forma que o estudante perceba que para compreender, aprender Física, é necessário que o mesmo possua pressupostos científicos, que é necessário possuir paradigma científico, o qual, muitas das vezes, contradiz a percepção sensorial. Por esse motivo, o de contrapor a percepção sensorial e o paradigma científico, os temas escolhidos foram a Inércia de Galileu e a 1ª Lei de Newton. Esses temas propiciam discussões tais como: Eu vejo o Sol se movendo, mas ele está parado ou em movimento, ou, quando um corpo se move, é necessário uma força no sentido de movimento (pensamento Aristotélico) ou um corpo pode ter movimento sem que exista força ou se existir força, ela pode ocorrer em sentido contrário ao do movimento. Essas discussões devem contribuir muito para a reflexão em relação a percepção sensorial e em relação ao pensamento binário (do tipo ‘certo’ ou ‘errado’).

Caro(a) professor(a), este livro lhe permitirá um momento muito especial no seu ano letivo, pois, se bem usado, contribuirá para conhecer melhor a forma de como seu estudante concebe ciência.

Tente

E não diga que a vitória está perdida

Se é de batalhas que se vive a vida

Tente outra vez

Raul Seixas

COMO UTILIZAR OS CADERNOS DIDÁTICOS E PEDAGÓGICOS EM SALA DE AULA

Para uma utilização mais adequada destes cadernos, em sala de aula, vamos detalhar a concepção dos mesmos.

São dois cadernos didáticos e pedagógicos, montados no formato de um livro. O primeiro caderno, correspondendo ao capítulo 1 de um livro, trata do conceito de inércia, segundo a concepção de Galileu Galilei. O segundo caderno, correspondendo ao capítulo 2 de um livro, trata da 1ª Lei de Newton.

O “Caderno didático-pedagógico 01 - Concepções sobre movimento e inércia, de acordo com Galileu Galilei” (capítulo 1) foi concebido com a finalidade de apresentar as concepções de Aristóteles e de Galileu Galilei, como uma forma de demonstrar que concepções baseadas nos sentidos não conseguem descrever com precisão as concepções sobre a natureza das ciências. Além disto, procurou-se mostrar a necessidade de o estudante conhecer os paradigmas científicos que norteiam as explicações e modelagens de fenômenos naturais que são realizados nas ciências. A concepção de movimento de Galileu foi apresentada como uma forma de demonstrar ao estudante que a lógica binária, do certo ou errado, não descreve de uma forma precisa e eficiente fenômenos analisados pela Física.

A abordagem utilizando a teoria de aprendizagem de Carl Rogers, utilizada nos dois capítulos, permite ao estudante que o mesmo possa questionar as suas próprias concepções, seguindo a máxima Rogeriana: ” O homem olhando a si mesmo e se questionando do lado de fora”. A dialogicidade foi outro aspecto utilizado, pois em todas as questões apresentadas foi solicitado ao estudante que ele fizesse observações sobre suas conclusões, com a finalidade de promover a discussão entre os estudantes da turma. Assim, os estudantes possuem oportunidade de rever suas concepções através do diálogo com seus colegas, sem haver a interferência direta do professor em relação às concepções do estudante.

A intenção é usar a sala de aula como um espaço no qual exista a discussão, a liberdade de expressão. Um espaço no qual o estudante tenha a possibilidade de aprendizagem de uma forma livre, em que ele tenha a possibilidade de se confrontar com a sua própria forma de percepção.

O “Caderno didático-pedagógico 02 – Concepções sobre movimento e inércia, de acordo com Isaac Newton” traz a 1ª Lei de Newton, a Lei da Inércia. Este capítulo aprofunda o estudo do movimento, já que no primeiro capítulo temos o movimento segundo Aristóteles e Galileu. A 1ª Lei de Newton é apresentada para estabelecer o carácter vetorial do conceito de velocidade e do conceito de força. Este aspecto é fundamental para uma compreensão mais profunda em relação ao movimento e consegue explicar de uma forma mais precisa alguns aspectos que a teoria de movimento de Galileu não explicava satisfatoriamente como, por exemplo, o movimento circular. Com a inclusão do conceito de vetor que Newton estabeleceu, a teoria de movimento que Galileu havia proposto torna-se mais completa e torna-se uma visão muito mais plausível em relação à teoria de movimento de Aristóteles.

Caderno didático-pedagógico 01

Concepções sobre movimento e inércia, de acordo com Galileu Galilei

Este caderno foi concebido com a finalidade de apresentar as concepções de Aristóteles e de Galileu Galilei, como uma forma de demonstrar que concepções baseadas nos sentidos não conseguem descrever com precisão as concepções sobre a natureza das ciências. Além disto, procurou-se mostrar a necessidade de o estudante conhecer os paradigmas científicos que norteiam as explicações e modelagens de fenômenos naturais que são realizados nas ciências. A concepção de movimento de Galileu foi apresentada como uma forma de demonstrar ao estudante que a lógica binária, do certo ou errado, não descreve de uma forma precisa e eficiente fenômenos analisados pela Física.

As atividades deste caderno, através de uma contextualização histórica, apresentam as ideias de Aristóteles e Galileu Galilei sobre o movimento, sendo mostrado como estas ideias se contrapunham à Física aristotélica. As atividades propostas pretendem que os alunos percebam como estas ideias surgiram e como elas foram influenciadas por fatores sociais e culturais. Desse modo, os alunos serão incentivados a discutir como surgiram as concepções científicas ao longo de vários períodos históricos, e, ao mesmo tempo, terão oportunidade de discutir suas próprias concepções sobre conceitos científicos como movimento e inércia.

Caderno didático-pedagógico 01

Concepções sobre movimento e inércia, de acordo com Galileu Galilei

INÉRCIA



PIXTON CRIE SEUS QUADRINHOS EM PIXTON.COM

Fonte: elaboração própria.

Na Figura 1 abaixo, mostramos uma pintura do grande cientista e filósofo italiano Galileu Galilei, com duas lunetas antigas e dois telescópios modernos. Galileu foi um grande pioneiro no uso da luneta para observações astronômicas.

Quem foi Galileu Galilei (1564-1642)?

Galileu Galilei foi personalidade fundamental na revolução científica. Galileu Galilei desenvolveu os primeiros estudos sistemáticos do movimento uniformemente acelerado e do movimento do pêndulo. Descobriu a lei dos corpos e enunciou o princípio da inércia e o conceito de referencial inercial, ideias precursoras da mecânica newtoniana. Galileu melhorou significativamente o telescópio refrator (Figura 1, ao lado) e com ele descobriu as manchas solares, as montanhas da Lua, as fases de Vênus, quatro dos satélites de Júpiter, os anéis de Saturno, as estrelas da Via Láctea. Estas descobertas contribuíram decisivamente na defesa do heliocentrismo. A principal contribuição de Galileu foi para o desenvolvimento do método científico, o qual ele utilizou para obter resultados que se contrapunham aos da ciência de Aristóteles, grande pensador da antiguidade grega.

Fonte: Texto baseado em https://pt.wikipedia.org/wiki/Galileu_Galilei

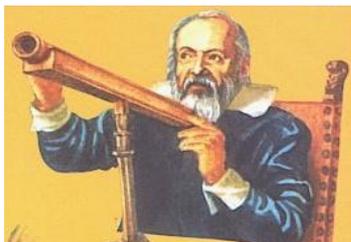
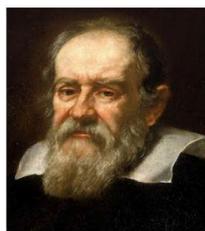


Figura 1a: Galileu Galilei e sua luneta.



1609 – Galileu Galilei – a primeira luneta



Figura 1: O grande cientista Galileu Galilei, lunetas antigas e telescópios modernos.

INÉRCIA



PIXTON CRIE SEUS QUADRINHOS EM PIXTON.COM

Fonte: elaboração própria.



Figura 2: Detalhe da pintura “Escola de Atenas” de Rafael Sanzio, em que aparece Aristóteles. A Física aristotélica foi contestada por Galileu Galilei.

“O ignorante afirma,
o sensato duvida,
o sábio reflete.”

ARISTÓTELES

Aristóteles (Figura 2, ao lado) nasceu em Estagira e foi discípulo de Platão. O pensamento aristotélico foi defendido na Europa Medieval por Tomás de Aquino (Figura 3, abaixo), a partir de 1200 DC. As obras de Aristóteles e Tomás de Aquino, ainda nos dias de hoje, são bastante estudadas e influentes. Você já tinha pensado na possibilidade de uma pessoa ser capaz de influenciar e, de certa forma, estabelecer as concepções de uma sociedade em um determinado momento?

ATIVIDADE 01

Descreva nas linhas abaixo como você imagina que uma pessoa, na Europa, pensava, agia e se comportava em relação ao mundo no séc. XVII. Discuta com seus colegas as descrições que fizeram.



Figura 3: Tomás de Aquino, grande filósofo escolástico do século XIII, profundamente influenciado pela filosofia aristotélica.

Quem foi Tomás de Aquino ?

Tomás de Aquino, (Roccasecca, 1225 — Fossanova, 7 de março de 1274), foi um frade da Ordem dos Pregadores (dominicano), italiano cujas obras tiveram enorme influência na teologia e na filosofia, principalmente na tradição conhecida como Escolástica.
Fonte: Texto baseado em https://pt.wikipedia.org/wiki/Tomás_de_Aquino.

ATIVIDADE 02

Você poderia relacionar nomes de pessoas que influenciaram uma determinada sociedade e de que forma ocorreu essa influência? Assista ao filme “Tempos modernos” de Charles Chaplin. Quais as características da sociedade descrita nesse filme? Qual o economista inglês cujo pensamento foi fundamental para a construção desse tipo de sociedade? Discuta com seus colegas as descrições que fizeram.

Quem foi Charles Darwin?

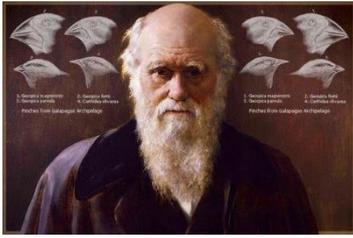


Figura 4: Charles Darwin, cientista inglês do sec. XIX, que elaborou a teoria da evolução através da seleção natural.

Aristóteles realizou trabalhos notáveis em diversas áreas. Charles Darwin (Figura 4, ao lado), grande naturalista inglês do sec. XIX, considerou como fascinantes os trabalhos que Aristóteles realizou na área de Biologia. Aristóteles considerava que o ser humano poderia compreender o universo através de seus sentidos, de sua capacidade sensorial. Dessa forma, na visão de mundo aristotélica, a capacidade sensitiva do Homem é um fator determinante para a compreensão da realidade.

ATIVIDADE 03

Charles Darwin, (Shrewsbury, 12 de fevereiro de 1809 — Downe, Kent, 19 de abril de 1882,) foi um naturalista britânico que alcançou fama ao convencer a comunidade científica da ocorrência da evolução e propor uma teoria para explicar como ela se dá por meio da seleção natural. Fonte: Texto baseado em http://www.ihuonline.unisinos.br/index.php?option=com_content&view=article&id=2672&secao=300

Após realizar os procedimentos da Experiência 1, descritos abaixo, responda a pergunta e realize os procedimentos a seguir.

Você considera como correto o entendimento de realidade através da capacidade sensorial? Cite exemplos de grandezas que podem ser percebidas pelos cinco sentidos. Discuta com seus colegas as descrições que fizeram.

Experiência 1

Faça os procedimentos a seguir, à noite, certificando-se que haja pouca luminosidade provinda do meio externo. Monte um abajur com uma lâmpada chamada de “luz negra”. Acenda uma luz branca, normal, ao lado do abajur e observe as cores dos objetos. Após isso, ligue a luz negra e desligue a luz branca, e observe novamente as cores dos objetos. E agora, o que achou? Nossos sentidos são totalmente confiáveis?

-
-
-
-
-
-
-

Até o século XVII o pensamento aristotélico ainda reinava. Em relação ao movimento de um corpo, Aristóteles acreditava que só haveria movimento se, de alguma forma, uma força impelisse esse corpo no sentido do movimento, em outras palavras, o movimento só seria possível se houvesse uma força que empurrasse o corpo no sentido de movimento. Por exemplo, se um corpo fosse lançado para cima, enquanto a mão da pessoa estivesse em contato com o corpo, a força da mão impulsionaria o corpo e após deixar de existir o contato da mão com o corpo, o ar continuaria a impulsioná-lo para cima. A ideia de que a continuidade de movimento só é possível sob a ação de uma força ainda é muito comum nos dias de hoje. Enquanto perdurou o pensamento aristotélico, a ciência não possuía um método científico como o que vigora nos tempos atuais, no qual uma teoria tem de ser validada experimentalmente. Dessa forma, surgiram muitas ideias completamente estapafúrdias, como exemplo, podemos citar a geração espontânea. Essa teoria considerava que a Vida era o resultado da ação

de um princípio ativo sobre a matéria inanimada, a qual se tornava, então, animada. Desse modo, não haveria intervenção sobrenatural no surgimento dos organismos vivos, apenas um fenômeno natural, a geração espontânea. Essas ideias perduraram durante muito tempo, pois, em 1620, *Van Helmont* (1577 – 1644) ainda considerava que os “cheiros dos pântanos geravam rãs e que a roupa suja gerava ratos, adultos e completamente formados”. (Para saber mais sobre Aristóteles, consulte o site: <https://youtu.be/8uru60xR54w>).

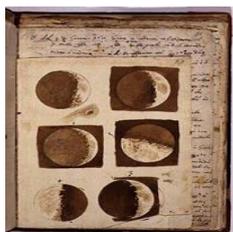


Figura 6: Desenhos da lua feitos por Galileu, após suas observações com a luneta.



Figura 5: Galileu Galilei observando o céu com sua luneta.

“Não se pode ensinar nada a um homem; só é possível ajudá-lo a encontrar a coisa dentro de si.”
Galileu Galilei

Siderius Nuntius

Um dos livros mais importantes da História da Ciência foi publicado em março de 1610, há cerca de quatrocentos anos. O seu nome: Sidereus Nuncius (ou Mensageiro das Estrelas). Apesar de conter apenas 30 folhas, talvez nenhum outro livro tenha colaborado tão decisivamente para uma mudança tão radical no pensamento humano como o Sidereus Nuncius. Depois dele não havia como alguém continuar sustentando a idéia de ser a Terra o centro do universo. Na Figura 6 temos um dos desenhos contido no livro. Fonte: Texto baseado em <http://www.observatorio.ufmg.br/Pas95.htm>.

Galileu nasceu em Pisa, cidade no norte da atual Itália, em 15 de fevereiro de 1564. Muitos livros de História da Ciência o consideram como o pai da ciência moderna. Galileu desenvolveu os fundamentos da mecânica com o estudo de máquinas simples (alavanca, plano inclinado, parafuso etc.) e o estudo do movimento. Entre suas criações se destacam: o binóculo, a balança hidrostática, o compasso geométrico, uma régua calculadora e o termobaroscópio: feito para medir a pressão atmosférica, porém, serviu como termômetro.

Em 1609, construiu uma luneta (Figura 5, acima) e utilizou-a para observar os céus, como nunca fora feito antes. Além de estudar as constelações Plêiades, Órion, Câncer e a Via Láctea, descobriu as montanhas lunares, as manchas solares, o planeta Saturno, os satélites de Júpiter e as fases de Vênus. As descobertas foram publicadas no livro "Siderus Nuntius" ("Mensageiro das Estrelas"), em 1610. Na Figura 6 acima, são apresentados desenhos da Lua feitos por Galileu, após suas observações com a luneta. Estes desenhos fazem parte do livro citado.

A partir de suas descobertas astronômicas, defendeu a tese de Copérnico de que a Terra não ficava no centro do Universo. Como essa teoria era contrária aos ensinamentos da Igreja, foi perseguido, processado duas vezes e obrigado a negar (abjurar) suas ideias publicamente. Ele foi banido para uma vila de Arcetri, perto de Florença, onde viveu em um regime semelhante à prisão domiciliar. Morreu em 8 de janeiro de 1642. No dia 31 de Outubro de 1992, o Papa João Paulo II reconheceu os enganos cometidos pelo tribunal

eclesiástico que condenou Galileu Galilei à prisão. Essa revisão de posicionamento ocorreu 350 anos após a morte do cientista italiano. No ano 2000, João Paulo II pediu desculpas por todos os erros cometidos nos últimos dois mil anos, incluindo o julgamento de Galileu Galilei. Na Figura 7 abaixo, é mostrada uma cena da obra teatral “A vida de Galileu”, escrita pelo dramaturgo alemão Bertolt Brecht entre 1937 e 1938 e também em 1943.

*Para saber mais sobre o Julgamento de Galileu ver : A Vida de Galileu (no original em alemão, *Leben des Galilei*). É uma peça de teatro de autoria de Bertolt Brecht, escrita entre 1937 e 1938, e depois em 1943. O dramaturgo alemão escolhe situações paradigmáticas da vida de Galileu Galilei (1564-1642) para problematizar questões que permanecem atuais, tais como, as implicações da utilização da ciência e a relação do cientista com a sociedade. "Galileu" é sem dúvida, uma das peças centrais da obra de Bertolt Brecht. Fonte: Texto baseado em https://pt.wikipedia.org/wiki/A_Vida_de_Galileu*



Figura 7: Foto de uma encenação da peça "A vida de Galileu", escrita pelo dramaturgo alemão Bertolt Brecht.

Galileu entendia que a observação metódica e a conclusão racional não eram suficientes para uma explicação correta de um fenômeno pelo fato de não existir uma garantia de que todos os fatores que influenciaram o fenômeno foram devidamente observados e analisados. Dessa forma, Galileu considerava que não bastava uma observação aprimorada e uma explicação teórica de um fenômeno natural, era necessário que experimentos metódicos validassem a observação e a explicação e, assim, a ciência passou a ter como diferencial o fato de considerar comprovações experimentais e também incluir dados numéricos e equações para a validação das observações. Na época em que Galileu desenvolvia essas ideias, na primeira metade do sec. XVII, a Itália era representada por mapas como o da Figura 8 abaixo. A cultura italiana dessa época, extremamente criativa e dinâmica, tinha como personagem de grande destaque o pintor Michelangelo Merisi, mais conhecido como Caravaggio (1571-1610). Ele era um grande mestre da técnica do “chiaroscuro” (claro e escuro), que influenciou muitos pintores do barroco no século XVII. A Figura 9 abaixo mostra a pintura “Os jogadores”, que utiliza esta técnica para destacar as atitudes dos personagens retratados.



Figura 9: Mapa da Itália em 1640.



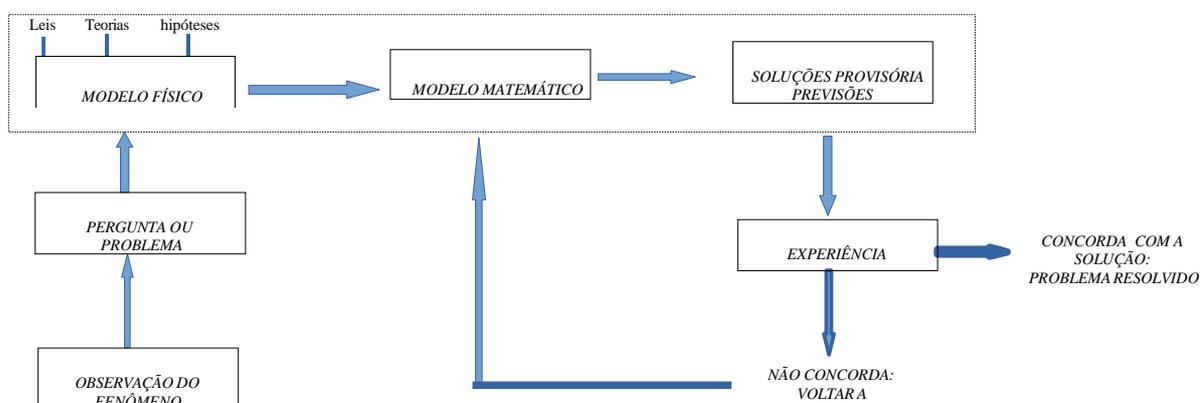
Figura 8: Pintura “Os jogadores”, feita por Michelangelo Merisi, mais conhecido como Caravaggio (1571-1610), em 1594.

O método científico, como o conhecemos hoje, foi resultado direto da obra de muitos pensadores, tais como Robert Grosseteste(1168-1253), Roger Bacon(1214-1292), G. Okhan(1287-1347), Tycho Brahe(1546-1601), Nicolau Copérnico(1473-1543), Johannes Kepler(1571-1630), Giordano Bruno(1546-1600), Francis Bacon(1561-1626), René Descartes(1596-1650), Galileu Galilei(1564-1642) e Isaac Newton(1643-1727). Na Figura 10 abaixo, foi realizada uma montagem em que aparecem ilustrações desses grandes pensadores.



Figura 10: Nesta montagem, de cima para baixo, e da esquerda para a direita, estão representados Grosseteste, Bacon, Okhan, Brahe, Copérnico, Kepler), Bruno, Bacon, Descartes, Galileu e Newton.

Na sua obra seminal “Discurso do Método”, René Descartes coloca alguns importantes conceitos que permeiam toda a trajetória da ciência até hoje e a influenciaram profundamente. Galileu foi influenciado pela obra de Descartes e a usou de forma muito apropriada, estabelecendo um processo para validação de conceitos e teorias pertinentes à ciência, o qual é bastante utilizado até os dias atuais. Esse processo está esquematizado na Figura 11 abaixo.



Fonte: elaboração própria

Figura 11: Esquema do processo para validação de conceitos e teorias, conhecido como método científico.

Como podemos observar pelo esquema da Figura 10, o método científico consiste em observar um fenômeno, extrair dados numéricos do fenômeno observado, estabelecer uma teoria utilizando a linguagem matemática, a qual deve ser consistente em relação aos dados obtidos e reproduzir o fenômeno observado. Se os dados obtidos na observação do fenômeno confirmam os resultados obtidos através do modelo teórico, podemos concluir que possuímos uma teoria consistente. O método científico passou a se contrapor à forma de percepção sensorial que o pensamento aristotélico estabelecia, pois, de acordo com o pensamento aristotélico, não se devia usar a linguagem matemática e não era necessária a confirmação experimental de uma teoria.

INÉRCIA



PIXTON CRIE SEUS QUADRINHOS EM PIXTON.COM

Fonte: elaboração própria.



ATIVIDADE 04

A figura acima mostra um truque muito conhecido que é o de puxar rapidamente a toalha e a garrafa permanecer no mesmo lugar. Como você acredita que isso ocorre? Discuta com seus colegas as descrições que fizer

Figura 12:
Procedimento
para exemplificar
o conceito de
inércia.

-

-



Figura 13: Charge sobre inércia.

A ideia do princípio da inércia não foi original de Galileu. Ideias filosóficas sobre o mesmo assunto já tinham sido propostas por John Haemophilus (490-570) e Jean Buridan (1300-1358), séculos antes. Segundo Joseph Needham, Mo Tzu (470 a.C.-391 a.C.) já tinha proposto a mesma ideia muito tempo antes deles. Contudo, só com Galileu é que a ideia foi expressa matematicamente e verificada experimentalmente. Foi também com Galileu que foi introduzido o conceito de atrito, fundamental para a validação de sua ideia de inércia, e para a contra-argumentação do método aristotélico. O fato de Aristóteles não fazer uso de números para expressar ou quantificar um fenômeno natural se deve ao fato de que ele considerava como absurda a ideia de descrever através de um só conceito matemático (por, exemplo, o volume de um cubo) objetos que possuíam essências diferentes como, por exemplo, uma caixa cúbica fechada cheia de terra e uma caixa cúbica fechada cheia de ar. Para Aristóteles, a essência da terra, faria com que, quando a caixa cúbica fosse aberta, com a tampa virada para baixo, a terra se movimentasse em direção ao centro de nosso planeta, pois este é este seu lugar natural. No entanto, quando a caixa cúbica cheia de ar fosse aberta, a essência do ar faria com que ele se direcionasse para cima, em direção à atmosfera, pois nela se encontra o lugar natural do ar.

Uma das frases que pode ser referida como a expressão do princípio de inércia de Galileu é: *"(...) è lecito aspettarsi che, qualunque grad o di velocità si trovi in un mobile, gli sia per sua natura indelebilmente impresso, purché siano tolte le cause esterne di accelerazione o di ritardamento"*, que significa: *"(...) é razoável esperar que qualquer que seja o grau de velocidade que se encontra num móvel, este está, pela sua natureza, indelevelmente impresso nele, desde que sejam removidas as causas externas de aceleração ou retardamento"*. Em geral, Galileu afirmava que: *"Um corpo em movimento sobre uma superfície plana continuará na mesma direção e com a velocidade constante, a menos que seja perturbado."* Embora hoje em dia a velocidade seja usualmente referida como um vetor, Galileu a tratava como um escalar. Além disso, ele acreditava que um movimento circular uniforme era natural, e que um corpo em tal movimento continuaria a tê-lo até que uma força o perturbasse. Este argumento servia para explicar o movimento da Terra em volta do Sol, já que a força gravitacional só surgiu mais tarde, com Newton. Foi também com Newton que a velocidade passou a ser escrita como um vetor, e o princípio da Inércia passou a ter a interpretação atual.

Outra proposta ousada para a época era a ideia de relatividade dos movimentos. Segundo Galileu, não existia um referencial privilegiado quando se observava um fenômeno, ou seja, as leis da mecânica são as mesmas em relação a uma observação, independentemente do referencial adotado. Um exemplo é o movimento do Sol. Se observarmos o Sol da Terra, durante um ano, o veremos em movimento; se o observarmos de um ponto fora da Terra, também durante um ano, o veremos em repouso e a Terra em movimento, mas, independentemente de onde observarmos o Sol, as leis da mecânica serão as mesmas para os dois referenciais utilizados. A relatividade dos movimentos era outro fator determinante que contradizia o pensamento aristotélico. Esse pensamento possui uma compreensão sensorial da realidade e a relatividade dos movimentos não é coerente com este tipo de compreensão. Vamos exemplificar a situação descrita anteriormente. Suponha que uma pessoa esteja em um avião se deslocando no ar e que não haja nenhuma turbulência naquele momento. Se todas as janelas estiverem fechadas, não há como a pessoa dentro do avião perceber se o mesmo está em movimento ou se está em repouso, usando somente seus sentidos, e, ainda que abra as janelas, se não houver nuvens, não se perceberá o movimento ou o repouso da aeronave em relação ao céu. Para essa pessoa perceber o estado de movimento deverá olhar para a superfície terrestre ou para o céu. Se a altitude do avião for muita alta,

somente com a visão, será muito difícil para a pessoa perceber o movimento do avião em relação ao solo. Se não houver nuvens no céu e nem corpos celestes (por exemplo, estrelas e lua) não conseguirá, usando apenas a sua visão, afirmar com certeza se o avião está em repouso ou com movimento uniforme.



Figura 14: Barco "Cisne Branco".

ATIVIDADE 05

O barco "Cisne Branco" da Figura 14 acima está em repouso ou em movimento retilíneo uniforme em relação ao cais? Discuta com seus colegas as descrições que fizeram.

Podemos concluir que as ideias de Galileu eram totalmente fundamentadas em um método científico, o qual já foi esquematizado na Figura 1. De maneira resumida, o método científico, ao ser usado na investigação de um fenômeno natural, utiliza a observação, modelos com conceitos e leis, expressos em linguagem matemática, e a validação experimental. Por outro lado, a metodologia utilizada por Aristóteles para investigar os fenômenos naturais estava baseada em uma visão de mundo que dava grande importância às percepções sensoriais. Além disso, nessa metodologia não havia lugar para o uso da Matemática, pois Aristóteles considerava que a linguagem matemática não conseguia descrever a essência dos objetos observados.

(Para saber mais sobre Galileu veja: https://youtu.be/o_WTS0tW1y0)

O que é Maniqueísmo?



Figura 15: Mani ou Mane, também conhecido como Maniqueu.

ATIVIDADE 06

Quais as diferenças entre a metodologia de Aristóteles e o método científico? Você considera que a metodologia de Aristóteles e/ou método científico podem levar a conclusões absolutas e maniqueístas (veja a Figura 15, ao lado) do tipo "certo" ou "errado"? Discuta com seus colegas as descrições que fizeram.

O maniqueísmo é uma filosofia _ religiosa sincrética e dualística fundada e propagada por Maniqueu, filósofo cristão do século III, que divide o mundo _ simplesmente entre Bom, ou Deus, e Mau, ou o Diabo. A _ matéria é intrinsecamente má, e o espírito, intrinsecamente bom. _ Com a popularização do termo, _ maniqueísta passou a ser um adjetivo para toda doutrina _ fundada nos dois princípios opostos do Bem e do Mal. Fonte: _ texto baseado em https://pt.wikipedia.org/wiki/Manes_%28profeta%29.

ATIVIDADE 07

Quais as diferenças existentes entre as ideias de movimento de Aristóteles e as ideias de movimento de Galileu em relação ao movimento de um corpo? Discuta com seus colegas as descrições que fizeram.



Figura 16: Garfield e a Lei da Inércia (ou Primeira Lei de Newton).

ATIVIDADE 08

Gostaria que você mencionasse situações em que a relatividade dos movimentos pode ser observada em nosso cotidiano. Discuta com seus colegas as descrições que fizeram.



Figura 17: Charge de Dana Summers sobre o conceito de inércia.

ATIVIDADE 09

Você poderia citar situações onde observamos comportamentos maniqueístas e absolutistas em nossa época? Qual a sua opinião sobre tais comportamentos? Discuta com seus colegas as descrições que fizeram.

ATIVIDADE 10

Com a finalidade de entendermos melhor o conceito de inércia, vamos realizar o procedimento a seguir. Inicialmente, colocaremos em uma mesa um copo com pouco mais da metade do volume com água. Coloca-se uma folha de papel sulfite sobre o copo e em cima da folha sulfite, em um ponto no centro da “boca” do copo, coloca-se uma tampa de garrafa pet e, apoiado nesta tampa, coloca-se um ovo.

Após ter sido feito esse arranjo, seguram-se as extremidades da folha do papel sulfite e puxa-se rapidamente a folha sulfite observando o que ocorrerá com o ovo.

a) Feita a observação, tente explicar o que ocorre com o ovo. Discuta com seus colegas as descrições que fizeram.

b) Qual a melhor maneira de explicar o procedimento descrito acima, a metodologia aristotélica ou o método científico? Justifique sua resposta e discuta-a com seus colegas.

c) Na sua opinião, ao analisarmos o movimento de um objeto é possível que o mesmo esteja em repouso e em movimento simultaneamente? Discuta com seus colegas as descrições que fizeram.

ATIVIDADE 11

Vamos realizar um “**Gedankenexperiment**” ou experimento mental (mais detalhes sobre o significado deste termo serão dados na próxima página). Vamos supor que uma pessoa(vamos chamar de pessoa **A**) esteja em um trem-bala, que se move a 300 Km/h, de Tóquio a Osaka. Esse trem, pelo fato de não possuir contato com os trilhos, não apresenta trepidação e muito menos barulho. Vamos supor também que todas as janelas do trem estejam fechadas e que, em determinado momento, ao se aproximar da estação de desembarque, uma outra pessoa(vamos chamar de pessoa **B**) esteja aguardando a pessoa **A** nessa estação e que nesse momento de aproximação a pessoa **B** faça uma ligação telefônica para a pessoa **A** e diga: “Olá! Tudo bem? Estou vendo a chegada do seu trem na estação de desembarque. Qual é a sensação de estar se movendo a 300 Km/h?” A pessoa **A** responde: “Olá, tudo bem. Bom, a sensação que tenho é que estou em repouso. Não consigo perceber movimento nenhum Para mim o trem não se move a velocidade alguma, muito menos a 300 Km/h.”

a) Como você analisa a divergência de opinião entre essas duas pessoas? Qual delas está certa? Discuta com seus colegas as descrições que fizeram.

Estação de trem em Tóquio



PIXTON CRIE SEUS QUADRINHOS EM PIXTON.COM

Figura 18: Guy na estação de trem em Tóquio. Fonte: elaboração própria.

dentro do trem



PIXTON CRIE SEUS QUADRINHOS EM PIXTON.COM

Figura 19: Amigo de Guy dentro do trem. Fonte: elaboração própria.

b) Cite situações parecidas ao caso relatado acima que você percebe no dia a dia. Discuta com seus colegas as descrições que fizeram.

c) Você considera como válidas as argumentações do tipo “certo” ou “errada”, quando se relacionam ao estudo de ciências? Justifique sua resposta e discuta-a com seus colegas.

SUGESTÃO DE LEITURA: Leia na revista Veja, edição 2450 - ano 48 - nº 44 , de 4 de novembro de 2015, nas páginas 78 a 88, a reportagem "Os 100 anos de uma ideia que mudou o mundo". Discuta com seus colegas alguns dos famosos "experimentos mentais" que Albert Einstein (Figura 20, abaixo) fazia e são citados nesta reportagem.

O que é “Gedankenexperiment”?

Em filosofia e em física, um experimento mental ou experiência mental (da expressão alemã Gedankenexperiment) constitui um raciocínio lógico sobre um experimento não realizável na prática mas cujas consequências podem ser exploradas pela imaginação , pela física ou pela matemática.. Esses experimentos são utilizados para se compreender aspectos não experimentáveis do Universo. A expressão foi popularizada pelos Gedankenexperiment utilizados por Albert Einstein para explorar algumas das consequências da Teoria da Relatividade. Contudo, o conceito de experimento mental é muito mais antigo e remonta à tradição grega. Um famoso exemplo é a alegoria do mito da caverna de Platão. Outros exemplos clássicos se encontram no pensamento de Sócrates. Os experimentos mentais em física remontam ao

menos à época de Galileu Galilei. Fonte: texto baseado em https://pt.wikipedia.org/wiki/Experimento_mental.

Ele fazia estes experimentos quando estava pensando sobre a teoria da relatividade geral (Figura 21, abaixo), a qual propõe uma nova maneira de explicar a atração gravitacional. De acordo com esta teoria, o raio de luz emitido por uma estrela distante sofre um encurvamento quando passa ao lado do Sol.

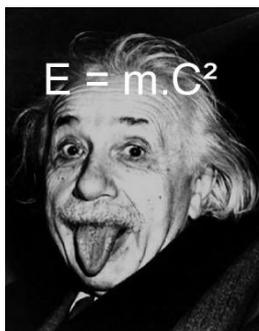


Figura 20: Einstein mostrando a língua para o leitor.

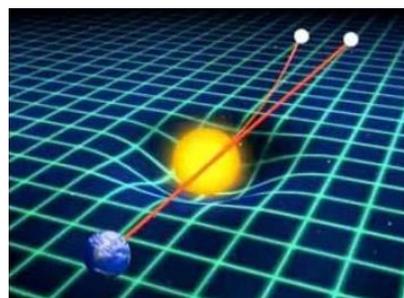


Figura 21: Ilustração do encurvamento do raio de luz emitido por uma estrela distante, quando este passa ao lado do Sol.



Figura 22: Átomo estilizado. Fonte: elabora própria.

Lista de créditos

Figura 1: http://images.slideplayer.com.br/3/1241890/slides/slide_8.jpg.

Figura 1a: [http://1.bp.blogspot.com/-](http://1.bp.blogspot.com/-yIfcNBT9H2s/TlQaasHsQkI/AAAAAAAAADM/pDx8dQVhuNE/s1600/galileug.jpg)

[yIfcNBT9H2s/TlQaasHsQkI/AAAAAAAAADM/pDx8dQVhuNE/s1600/galileug.jpg](http://1.bp.blogspot.com/-yIfcNBT9H2s/TlQaasHsQkI/AAAAAAAAADM/pDx8dQVhuNE/s1600/galileug.jpg)

Figura 2: <https://palavrastodaspalavras.files.wordpress.com/2010/03/aristoteles.jpg>

Figura 3: <https://www.aciprensa.com/imagespp/size340/ptomasaquino150812.jpg>

Figura 4: Fonte: http://media.salon.com/2015/02/charles_darwin2.jpg

Figura 5: <http://www.resumoescolar.com.br/wp-content/imagens/quem-foi-descobertas-e-legado-de-galileu-galilei.jpg>

Figura 6:

http://67.media.tumblr.com/d5f58732641388c5a843201136153d7e/tumblr_obi2gbDl1w1tmia_kro1_1280.jpg

Figura 7: <http://noticias.paginas.ufsc.br/files/2013/10/WEB800-as-luas-de-Galileu-Galilei.jpg>

Figura 8: <http://www.albion-prints.com/ekmps/shops/albionprint/images/Cluver-Merian-Zeiler-1640—Italy-182402-p.jpg>. Mapa da atual Itália em 1640. Acervo: Cluver, Merian & Zeiler 1640 Antique Hand Col Map. Itália Antiqua. Philippo Cluvero Designatore. Italy

Figura 9: <https://static1.fotografiadiaria.com.br/wp-content/uploads/2016/08/caravaggio-documentrio-post-290x210.jpg>

Figura 10:

Grosseteste,

<http://image.slidesharecdn.com/trabajoderobertgrossetestefilosofia-130320071912-phpapp02/95/trabajo-de-robert-grosseteste-filosofia-1-638.jpg?cb=1363763988>

Bacon,

<http://n.i.uol.com.br/licaodecasa/biografias/roger-bacon.jpg>

Okhan,

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/70/William_of_Ockham.png/200px-William_of_Ockham.png

Brahe,

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2b/Tycho_Brahe.JPG

Copérnico,

<http://www.infoescola.com/wp-content/uploads/2008/07/nicolau.jpg>

Kepler,

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d4/Johannes_Kepler_1610.jpg

Bruno,

<http://www.punkerslut.com/pictures/bruno.jpg>

Bacon,

http://www.universoracionalista.org/wp-content/uploads/2015/02/francis_bacon.jpg

Descartes,

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/73/Frans_Hals_-_Portret_van_Ren%C3%A9_Descartes.jpg

Galileu

http://www.ccvalg.pt/astronomia/historia/galileu_galilei/galileu_galilei.gif

Newton.

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/39/GodfreyKneller-IsaacNewton-1689.jpg>

Figura 12: http://www.feiradeciencias.com.br/sala05/image05/05_01_02.gif.

Figura 13: <http://blog.mundoedu.com.br/wp-content/uploads/2015/08/charge-lei-da-inercia.jpg>.

Figura 14: http://www.mineirosnaestrada.com.br/wp-content/uploads/2015/08/IMG_1679.jpg

Figura 15: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Mani.jpg>

Figura 16: http://cursinhopreenem.com.br/wp-content/uploads/2011/05/garfield_inercia.jpg.

Figura 17: <http://4.bp.blogspot.com/->

[OpBovNknuB8/Tj7811atpOI/AAAAAAAAAco/cFMkrJVZ9ts/s320/charge1.png](http://4.bp.blogspot.com/-OpBovNknuB8/Tj7811atpOI/AAAAAAAAAco/cFMkrJVZ9ts/s320/charge1.png)

Figura 20: <http://brasilecola.uol.com.br/upload/e/teoria%20da%20relatividade.jpg>.

Figura 21: https://i.ytimg.com/vi/8JCKfm_oguE/hqdefault.jpg

Caderno didático-pedagógico 02

Concepções sobre movimento e inércia, de acordo com Isaac Newton

O “Caderno didático-pedagógico 02 – Concepções sobre movimento e inércia, de acordo com Isaac Newton” traz a 1ª Lei de Newton, a Lei da Inércia. Este capítulo aprofunda o estudo do movimento, já que no primeiro capítulo temos o movimento segundo Aristóteles e Galileu. A 1ª Lei de Newton é apresentada para estabelecer o carácter vetorial do conceito de velocidade e do conceito de força. Este aspecto é fundamental para uma compreensão mais profunda em relação ao movimento e consegue explicar de uma forma mais precisa alguns aspectos que a teoria de movimento de Galileu não explicava satisfatoriamente como, por exemplo, o movimento circular. Com a inclusão do conceito de vetor que Newton estabeleceu, a teoria de movimento que Galileu havia proposto torna-se mais completa e torna-se uma visão muito mais plausível em relação à teoria de movimento de Aristóteles.

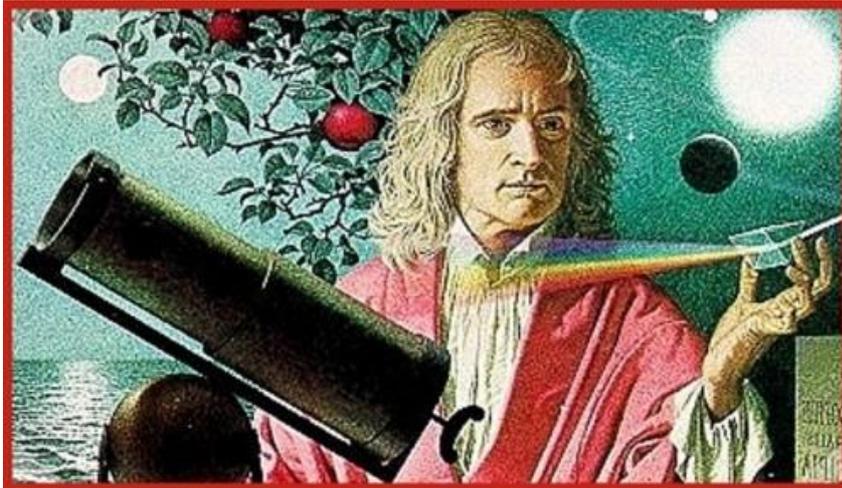
1ª Lei de Newton

Olá, tudo bem? Já conhecemos Galileu e suas ideias, agora vamos conhecer os trabalhos e ideias de Isaac Newton?



PIXTON CRIE SEUS QUADRINHOS EM PIXTON.COM

Fonte: elaboração própria.



"O que sabemos é uma gota, o que ignoramos é um oceano."

Isaac Newton

Figura 1: O grande Isaac Newton.

Isaac Newton (mostrado na Figura 1, acima) nasceu em Woolsthorpe, Inglaterra, no dia 25 de Dezembro de 1642, data essa do calendário juliano que era usado na época, e que com a mudança para o calendário gregoriano, essa data passa a ser o dia 4 de janeiro de 1643. Quando nasceu, o médico não acreditava na sobrevivência do mesmo, pois além de prematuro era muito pequeno. Seu pai, também se chamava Isaac Newton, era proprietário de terras e animais e não possuía estudo algum a ponto de sequer saber assinar o próprio nome e faleceu três meses antes do seu nascimento. Quando Newton tinha dois anos, sua mãe, Hannah Ayscough, casa-se novamente com Barnabas Smith e muda-se para a casa do novo esposo em outra localidade deixando o pequeno Newton com sua avó, Margery Ayscough, onde passa a ser criado como um menino órfão, sua infância foi solitária. Aos dez anos de idade seu padrasto falece e sua mãe retorna onde passa a residir com ela, sua avó, seu meio-irmão e duas meio-irmãs. Pelos relatos que existem, não houve laços de afetividade entre Newton, sua mãe e seus três meio-irmãos. Todos esses eventos que ocorreram na infância de Newton contribuiriam para a personalidade sombria e solitária que ele apresentou até o fim de sua vida, tinha uma dificuldade enorme em se sociabilizar. Aos doze anos de idade começa a frequentar a escola The King's School em Grantham. A escola não era muito distante de Woolsthorpe, porém, foi morar em um quarto alugado na casa de um farmacêutico, o Sr. Clark. Na escola, onde até hoje existe a assinatura de Newton em um parapeito da janela da biblioteca, Newton era considerado um aluno "preguiçoso" e "desatento". Em 1659, quando Newton tinha dezessete anos, sua mãe o retira da escola e ele retorna a Woolsthorpe para que, como filho mais velho, possa continuar com os negócios da família. Newton acata a decisão de sua mãe, porém fica claro não possuir nenhum talento para prosseguir cuidando dos negócios da família. Por várias vezes suas ovelhas invadiram fazendas dos vizinhos destruindo as plantações de milho, chegando ao ponto de receberem multas por este motivo. Um tio de Newton, William Ayscough, ao perceber que Newton não possuía talento e muito menos interesse nos assuntos agrícolas, pois na maior parte do tempo passa fazendo artefatos de madeira e desenhando, convence sua

irmã para que Newton retorne a escola e, ao voltar, ele passa a morar com Henry Stokes, que era diretor da escola. Pouco se sabe o que Newton estudou para poder entrar na Universidade, porém, como Stokes era um professor muito habilidoso, Newton teve um excelente aprendizado e conseguiu convencer a todos que era uma boa aposta para o mundo acadêmico. Newton entrou no Trinity College Cambridge em 5 de junho de 1661, tinha idade superior aos seus colegas e apesar de sua mãe possuir algumas posses, ele entrou em Cambridge como monitor e seu objetivo era formar-se advogado.

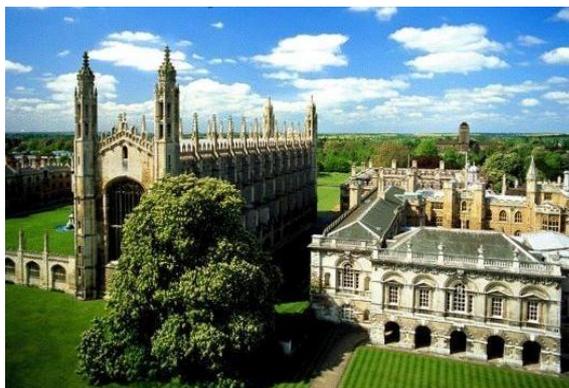


Figura 2: Universidade de Cambridge, onde Isaac Newton estudou e lecionou.

UNIVERSIDADE DE CAMBRIDGE

Fundada em 1209, a Universidade

de Cambridge é a segunda mais antiga universidade em língua inglesa do mundo. A instituição disputa com Oxford, sua irmã mais velha, o título de melhor universidade do Reino Unido e da Europa. Cambridge é conhecida por ter abrigado alguns dos maiores pensadores da história da humanidade. Alguns de seus ex-alunos e professores causaram verdadeiras revoluções na ciência e na filosofia: Francis Bacon (um dos criadores do método científico), Isaac Newton (um dos maiores gênios da física), Charles Darwin (pai da teoria da evolução das espécies), Alan Turing (formulador da teoria da computação) e Ian Wilmut (responsável pela primeira clonagem de mamíferos, a ovelha dolly). Com tamanha tradição em pesquisa, a universidade conta com 85 ex-alunos e professores ganhadores de prêmios Nobel e é a mais premiada entre todas as universidades do mundo. Fonte: texto baseado em <http://www.estudarfora.org.br/as-10-melhores-universidades-do-mundo/>.

Em Cambridge (Figura 2, ao lado), na época, ainda prevalecia a filosofia de Aristóteles, porém, a partir do terceiro ano, tendo mais liberdade, Newton estudou a filosofia de Descartes(1596-1650), Gassendi(1592-1655), Hobbes(1588-1679) e, de forma mais aprofundada, Boyle(1627-1691). Newton estudou também as obras de astronomia e mecânica de Galileu, de astronomia de

Copérnico e os trabalhos de astronomia de Kepler. Em 1663, ele formulou o que é chamado hoje de Binômio de Newton.

Em abril de 1664, Newton recebe o grau de acadêmico e, em abril de 1665, o de bacharelado. Nesse ano, fez suas primeiras hipóteses sobre a gravitação universal, escreveu sobre séries infinitas e também sobre o que foi chamado por ele de teoria dos fluxões, que seria o alicerce para mais tarde escrever um dos inventos matemáticos mais poderoso já criada pelo ser humano, que é o cálculo diferencial e integral. Em 1666, a Universidade de Cambridge é fechada devido a uma das maiores calamidades que a Europa enfrentou, que foi a peste negra. Até então, devido talvez ao comportamento recluso de Newton, não se percebia a genialidade que estava prestes a se revelar. Em 1664, Newton havia afirmado: “Platão é meu amigo, Aristóteles é meu amigo, mas meu melhor amigo ainda é a verdade”, demonstrando, assim, a forma liberta de pensamento que possuía. Com a Universidade fechada, Newton volta à casa de sua mãe, onde permanece por quase dois anos e nesse ambiente bucólico, com 25 anos, iniciou os avanços revolucionários em Matemática(o teorema binomial e o cálculo diferencial

e integral), Óptica(a natureza das cores) e Astronomia(lei da gravitação universal).

ATIVIDADE 01

Em um determinado momento, Newton expressou ser amigo da verdade. E você, o que entende por verdade? Você considera que existe verdade “absoluta” e imutável na ciência? Discuta com seus colegas as descrições que fizeram.

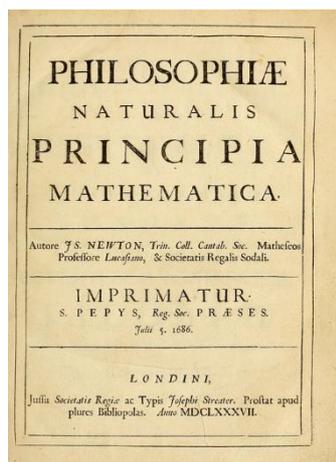


Figura 3: Capa de rosto da edição de 1686 do livro "Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica", o famoso "Principia" de Isaac Newton.

Philosophiæ naturalis principia mathematica

(Ou "Princípios Matemáticos da Filosofia Natural") é o grande clássico da Ciência, cuja primeira edição é de 1686. Com edições em 1713 e 1726, é a obra mais importante na área de ciências e praticamente fundou a ciência natural como é apresentada até os dias atuais e por esse motivo até hoje é conhecido como Principia(Princípios). O

Em 1667, a Universidade de Cambridge reabre e Newton se candidata a uma cadeira nesta universidade. Em outubro, foi eleito para uma cadeira menor no Trinity College e, em 1668, depois de conseguir o título de mestre foi eleito para uma cadeira plena de professor de matemática. Em 1671, Newton escreveu "De Methodis Serierum et Fluxionum" (Sobre os métodos de séries e fluxões) porém, esta obra só foi publicada em 1763. Em relação ao cálculo diferencial e integral, houve uma controvérsia enorme, pois tanto Newton quanto Leibniz reivindicaram a autoria da criação desse cálculo e, hoje, acredita-se que foram trabalhos independentes. No ano de 1672, Newton entrou para a Royal Society e em 1687, publica "Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica" (Figura 3, ao lado). Esse livro tem três volumes e contém as famosas três leis de Newton, a Lei de Gravitação Universal (3º volume), suas descobertas sobre o cálculo, as leis de movimentos, resultados sobre vibrações isotérmicas, estudos sobre velocidade do som e a pressão atmosférica, e muitos outros conteúdos. No ano de 1693, após o terceiro colapso nervoso sofrido, Newton abandona as pesquisas científicas. Devido a sua notoriedade e prestígio, em 1703, torna-se presidente da Royal Society, onde será re-eleito ano após ano, até sua morte. Os trabalhos de Newton foram fundamentais para diversas áreas, descortinando uma realidade até então impensada. Faleceu em 1727, presumivelmente devido aos cálculos renais. Foi sepultado na abadia de Westminster, junto de outras pessoas célebres. Este homem, comum como nós, produziu uma obra extraordinária que resiste ao tempo. Até hoje, em qualquer Faculdade de ciências exatas, se aprende as leis de Newton, se aprende cálculo diferencial e integral e acima de tudo, se aprende como as obras de Newton desvendaram a natureza.

Em um livro de memórias Newton escreveu: “Não sei o que posso parecer aos olhos do mundo, mas aos meus pareço apenas ter sido como um menino brincando à beira-mar, divertindo-me em encontrar de vez em quando um seixo mais liso ou uma concha mais bonita que o normal, enquanto o grande oceano da verdade permanece completamente desconhecido à minha frente.” Na Figura 4 abaixo, foi colocada a capa do livro “Menino e o Oceano”, de Max Lucado. Como Isaac Newton, este menino contempla o oceano da verdade completamente desconhecido à sua frente.



Figura 5: Gottfried Wilhelm von Leibniz (1646-1716)

Leibniz nasceu em Leipzig, Alemanha, no dia 1º de julho de 1646. Ingressou na Universidade aos quinze anos de idade e, aos dezessete, já havia adquirido o seu diploma de bacharel. Estudou Teologia, Direito, Filosofia e Matemática na Universidade. Para muitos historiadores, Leibniz é tido como o último erudito que possuía conhecimento universal. Fonte: texto baseado em <http://ecalculo.if.usp.br/historia/leibniz.htm>

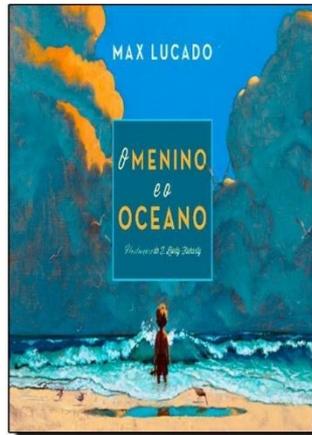


Figura 4: O menino, personagem do livro de Max Lucado, assim como Isaac Newton, contempla o enorme oceano a sua frente.

ATIVIDADE 02

Gottfried Wilhelm von Leibniz (Figura 5, ao lado), grande intelectual alemão do sec. XVII, opunha-se à concepção mecanicista de Newton sobre o universo, a qual será explicada após esta atividade 2. Ele é considerado um dos maiores gênios da humanidade. Em relação às pessoas que de alguma forma são consideradas como geniais, podemos analisar da forma que segue. De acordo com Platão, elas seriam geniais pelo fato de nascerem geniais. Para Sartre, elas nasceriam com potencial para a genialidade e poderiam desenvolver a genialidade no decorrer do tempo. Para Nietzsche, as pessoas nascem sem característica alguma, vindo a desenvolver a genialidade ao longo do tempo, ou seja, são simplesmente o que se tornam. E para você, como você entende essa questão? Você considera que apenas uma pessoa genial pode dar uma grande contribuição para melhorar a vida em sociedade? Discuta com seus colegas as descrições que fizeram.

A CONCEPÇÃO DE NEWTON DE UNIVERSO



Figura 6: René Descartes(1596-1650).

Filósofo, matemático, o francês René Descartes é considerado o pai da matemática e da filosofia moderna. Nasceu em La Haye (em 1596, a cidade passou a ser chamada de La Haye-Descartes), província de Touraine, no dia 31 de março de 1596. Fonte: texto baseado em https://pt.wikipedia.org/wiki/Ren%C3%A9_Descartes

É certo que muitos autores influenciaram Newton como vimos anteriormente, porém, dois deles foram fundamentais para a concepção de Newton de Universo: René Descartes (Figura 6, ao lado) e Galileu Galilei.

Descartes, no século XVII estabelecia a dualidade entre mente(res cogitans) e a matéria(res extensa) considerando que essas duas partes seriam distintas de forma que uma não afetaria a outra. Na concepção de Descartes, a natureza - “esse grande livro que está permanentemente aberto ante nossos olhos” possuía uma linguagem que era a matemática. Ele acreditava que nosso universo material era desprovido de essência, de espiritualidade e dessa forma poderíamos pensá-la como uma máquina e que para entendermos essa máquina poderíamos separá-la em partes, e que se entendêssemos o funcionamento dessas partes, compreenderíamos a máquina, o todo.

A contribuição de Galileu para a revolução científica é muito maior que suas descobertas na área de Astronomia. Influenciado por Descartes em relação a descrição da natureza de forma matemática, Galileu foi a primeira pessoa a relacionar a experimentação científica ao uso da linguagem matemática, sendo essa a característica que fundamentou a ciência moderna até os dias atuais.

Para Newton, os corpos e os sistemas não estavam desconectados, livres, soltos, esparsos. Para ele, tudo estava de alguma forma interligado e funcionando como se fosse uma máquina de um relógio. Para entender o funcionamento dessa máquina, é necessário utilizar uma descrição matemática, como ensinavam Descartes e Galileu, aliada à experimentação precisa. O grande avanço de Newton na concepção e descrição do Universo como uma máquina (concepção mecanicista de universo) consistiu na elaboração dos conceitos e leis da Mecânica necessários, tais como, espaço e tempo absolutos, princípio da causalidade, determinismo, leis de Newton, lei da gravitação universal, massa inercial e massa gravitacional. Abaixo, na Figura 7, foi colocada a famosa ilustração de Newton e a queda da maçã, provocada pela força gravitacional.



Figura 7: Newton e a queda da maçã.

Quando Newton publicou em 1687 o “Philosophie Naturalis Principia Mathematica”, mais conhecido como Principia, instala-se uma nova era. Essa obra simplesmente torna-se um grande marco em relação às ciências de tal forma que, indubitavelmente, é a obra mais importante dentro dos parâmetros atuais de ciências. No terceiro volume do Principia, a Lei de Gravitação Universal é enunciada e aos olhos e mentes do mundo, surge a possibilidade da Natureza ser entendida e descrita com uma precisão matemática. A partir dessa data os mistérios da Natureza começavam a ser descortinados. Na Abadia de Westminster, em Londres, onde se encontra o túmulo, de Newton está esculpido o verso que Alexander Pope escreveu:

**“A natureza e as suas leis jaziam na noite escondidas.
Disse Deus: “Faça-se Newton” e houve luz nas jazidas.”**



Figura 8: Alexander Pope.

Alexander Pope

Nasceu em em 21/05/1688, em Londres. Foi um dos maiores poetas britânicos do século XVIII. Teve uma vida atribulada devido ao fato de ser filho de um comerciante católico, o que impediu-o de frequentar escolas e universidade, além de carregar uma deformidade física. Escreveu *Essay on Man* (*Ensaio sobre o Homem*) (1733—34), na qual discute se é ou não possível reconciliar os males deste mundo com a crença no criador justo e misericordioso. Fonte: texto baseado em <http://www.tirodeletra.com.br/biografia/AlexanderPope.htm>.

ATIVIDADE 03

A partir das leis de Newton, o Universo passou a ser descrito (ou pelo menos, houve tentativas nesse sentido) como uma máquina, você conhece pessoas que consideram o universo como uma máquina regida pelas leis da mecânica? Qual é a sua opinião sobre isso? Discuta com seus colegas as descrições que fizeram.

Isaac Newton é considerado, devido as suas percepções, como uma das quatro pessoas precursoras do Iluminismo. As outras três são René Descartes, Francis Bacon (Figura 9, abaixo) e John Locke (Figura 10, abaixo). O Iluminismo foi uma corrente de pensamento que prevaleceu na Europa no século XVIII, denominado Século das Luzes. Os filósofos iluministas defendiam o predomínio da razão sobre a fé e acreditavam que o progresso e a felicidade seriam o caminho traçado para a Humanidade. Immanuel Kant (1724-1804), Figura 11 abaixo, o grande filósofo idealista prussiano, sintetiza o Iluminismo como a possibilidade de o homem seguir por sua própria razão, sem deixar enganar pelas crenças, tradições e opiniões alheias.



Figura 9: Francis Bacon.

Francis Bacon (1561-1626), 1^o. Visconde de Alban, também referido como **Bacon de Verulamio**, foi um político, filósofo e ensaísta inglês, barão de Verulam (ou Verulamio ou ainda Verulamio), visconde de Saint Alban. É considerado como o fundador da ciência moderna. Como filósofo, destacou-se com uma obra que a ciência era exaltada como benéfica para o homem. Em suas investigações, ocupou-se especialmente da metodologia científica e do empirismo, sendo muitas vezes chamado de "fundador da ciência moderna". Sua principal obra filosófica é o *Novum Organum*.

Fonte: texto baseado em https://pt.wikipedia.org/wiki/Francis_Bacon.



Figura 10: John Locke.

John Locke (1632 -1704) foi um filósofo inglês e ideólogo do liberalismo, sendo considerado o principal representante do empirismo britânico e um dos principais teóricos do contrato social. Locke teve uma vida voltada para o pensamento político e desenvolvimento intelectual. Estudou Filosofia, Medicina e Ciências Naturais na Universidade de Oxford, uma das mais conceituadas instituições de ensino superior da Inglaterra. Foi também professor desta Universidade, onde lecionou grego, filosofia e retórica. Fonte: texto baseado em https://pt.wikipedia.org/wiki/John_Locke.



Figura 11: Immanuel Kant.

Immanuel Kant (1724-1804) foi um filósofo prussiano, geralmente considerado como o último grande filósofo da era moderna. Nascido de uma modesta família de artesãos, depois de um longo período como professor secundário de geografia, Kant veio a estudar filosofia, física e matemática na Universidade de Königsberg e em 1755 começou a lecionar ensinando Ciências Naturais. Em 1770 foi nomeado professor catedrático da Universidade de Königsberg, cidade da qual nunca saiu, levando uma vida monotonamente pontual e só dedicada aos estudos filosóficos. Realizou numerosos trabalhos sobre ciência, matemática, etc. Fonte: texto baseado em https://pt.wikipedia.org/wiki/Immanuel_Kant.

ATIVIDADE 04

Para você, ao que é razão? De acordo com a filosofia o que é razão? A razão é a única forma que o ser humano possui para poder entender o funcionamento do Universo? Discuta com seus colegas as descrições que fizeram.

A 1ª LEI DE NEWTON OU LEI DA INÉRCIA

ATIVIDADE 05

Antes de descrevermos a 1ª Lei de Newton, torna-se necessário fazermos a seguinte pergunta. Suponha que um móvel encontra-se em movimento, para que esse movimento esteja ocorrendo, é necessário a presença de uma força atuando nesse móvel? Discuta com seus colegas as descrições que fizeram.

É muito comum a maioria dos estudantes não conseguir perceber de uma forma clara a distinção entre a Inércia proposta por Galileu e a 1ª Lei de Newton (Lei da Inércia) o que de certa forma é bastante compreensível. Se nos lembrarmos da definição de Inércia por Galileu, o mesmo diz que um móvel manterá sua velocidade constante desde que sejam removidas as causas externas de aceleração ou retardamento. Agora, Newton define a 1ª lei da seguinte forma:

Lex I: Corpus omne perseverare in statu suo quiescendi vel movendi uniformiter in directum, nisi quatenus a viribus impressis cogitur statum illum mutare.

Lei I: Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em uma linha reta, a menos que seja forçado a mudar aquele estado por forças aplicadas sobre ele.

De acordo com o que já estudamos sobre a concepção de Galileu sobre inércia, podemos perceber que Galileu atribuiu a uma aceleração ou a uma desaceleração a alteração que a velocidade apresentar. Já Newton considera que a mudança na velocidade ocorre devido a uma força. Essa diferença deve-se ao fato de Galileu não ter percebido a relação intrínseca existente entre aceleração e força (2ª Lei de Newton) e ao fato de Newton ter usado a notação vetorial para força. Devido a essa diferença pode ser percebido então que, enquanto Galileu atribuía à Inércia o fato dos planetas orbitarem em torno do Sol, Newton atribuía a uma força gravitacional.

Então, pela 1ª Lei de Newton, entendemos que força é uma grandeza física que pode alterar a inércia que um móvel apresenta e que a massa desse móvel é uma medida da inércia que este móvel possui. Enquanto Galileu se referia à alteração da velocidade em relação ao seu módulo unicamente, Newton, se referia à alteração do vetor velocidade, ou seja, além da alteração de seu módulo, a força seria capaz também de alterar a direção e sentido da velocidade e se a força resultante que atua em um móvel for nula ($F_R=0$), o móvel estará em repouso ou em movimento retilíneo uniforme.



Figura 12: Garfield e a Inércia.



Figura 13: Quadrinhos sobre Inércia - até aonde a inércia pode nos levar...

ATIVIDADE 06

É possível termos um móvel com um força resultante diferente de zero e este móvel possuir um movimento cuja velocidade apresente módulo constante? Discuta com seus colegas as descrições que fizeram.

Os automóveis vendidos hoje são muito mais seguros que os automóveis de antigamente. Basicamente, estes itens de segurança nos automóveis atuais existem com a finalidade de impedir a ação da inércia que o motorista possui quando o automóvel se move. O efeito “sanfona” que o automóvel apresenta, durante uma colisão, existe para diminuir a inércia que o motorista possui; cinto de segurança impede que o motorista seja lançado para fora do automóvel devido a inércia; o air-bag impede que haja o choque entre a cabeça do motorista e o volante do automóvel devido à inércia; o encosto de cabeça existe para impedir que o motorista lesione a coluna cervical, caso o automóvel sofra um choque na sua parte traseira.

ATIVIDADE 07

Cite exemplos em que se observa uma força atuando diminuindo a inércia de um móvel. Discuta com seus colegas as descrições que fizeram.

ATIVIDADE 08

Vamos supor que você está em uma caravela em alto-mar (Figura 14, abaixo), fazendo uma viagem turística pela costa brasileira. Você se encontra em uma cabine com todas as janelas fechadas. E você observa atentamente as seguintes situações com objetos em movimento: uma torneira com água pingando na pia, um relógio de pêndulo na parede, um passarinho voando dentro da cabine, você jogando tênis de mesa com um amigo, e uma bola sendo lançada para baixo, em queda livre, pela sua irmã. Através apenas da observação dos vários movimentos mencionados, é possível você afirmar que a caravela está em repouso ou em movimento retilíneo uniforme? Se você afirmar que a caravela está em repouso, esta afirmação está certa ou errada? Se você afirmar que a caravela está em movimento retilíneo uniforme, esta afirmação está certa ou errada? Você considera adequado nessa situação aplicar o critério de “certo” ou “errado”? Discuta com seus colegas as descrições que fizeram.



Figura 14: Caravela em alto-mar.

Lista de créditos

Figura 1: https://rosarylifefiles.wordpress.com/2014/05/newton_wide-1200.jpg

Figura 2: <http://blog.culturainglesa-ce.com.br/wp-content/uploads/2013/07/universidade-de-cambridge.jpg>.

Figura 3: <https://library.sydney.edu.au/collections/rare-books/online-exhibitions/modernity/images/newton5-1.jpg>

Figura 4:
http://d3vdsoeghm4gc3.cloudfront.net/Custom/Content/Products/48/03/480339_menino-e-o-oceano-o-675606_L1.jpg

Figura 5: <http://ecalculo.if.usp.br/historia/leibniz.htm>

Figura 6: <https://a2-images.myspacecdn.com/images02/113/66de9356c6f3470b88face060be26d14/full.jpg>

Figura 7:
<https://ameninaquematavacaracois.files.wordpress.com/2009/09/newton7.gif>

Figura 8:
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6e/Portrait_of_Alexander_Pope.jpg.

Figura 9: <https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/564x/43/e7/19/43e719d7064c649f571db991990acc6b.jpg>

Figura 10: http://etc.usf.edu/clipart/18000/18088/locke_18088_lg.gif

Figura 11: <http://www.beevoz.net/wp-content/uploads/2015/02/caricatura-kant.jpeg>

Figura 12: <http://cienciascefet.blogspot.com.br/2012/02/lei-da-inercia-segundo-garfield-newton.html>

Figura 13: http://2.bp.blogspot.com/-IPHqcpkopGQ/TfpRz_q9iAI/AAAAAAAAA4/tHdveoORI/s1600/quadrinhu+s2.jpg

Figura 14: http://1.bp.blogspot.com/-IUXQCeV_0w4/UjAfrJDP7RI/AAAAAAAAAR1k/3PESFn6Bfqc/s1600/3df0ee57b7ba3ffc79474fe1628bc6ce.jpg.

SÉRIE
PRODUTOS EDUCACIONAIS EM ENSINO DE FÍSICA

VOLUME 1 – Automatização de Experimentos de Física Moderna com o Kit Lego NXT Mindstorms

Wanderley Marcílio Veronez, Luiz Américo Alves Pereira, Gélson Biscaia de Souza

VOLUME 2 – O Arduino na Programação de Experiências em Termodinâmica e em Física Moderna

Marilene Probst Novacoski, Gélson Biscaia de Souza, Luiz Américo Alves Pereira

VOLUME 3 – Do Magnetismo à Lei da Indução Eletromagnética de Faraday

Marlon Labas, Fábio Augusto Meira Cássaro

VOLUME 4 – Estudando Astronomia, Aprendendo Física: Atividades Práticas de Observação do Sol

Ana Caroline Pscheidt, Marcelo Emílio

VOLUME 5 – Simulador Didático de Acomodação do Olho Humano

Gustavo Trierveiler Anselmo, Júlio Flemming Neto, Antônio Sérgio Magalhães de Castro

VOLUME 6 – Ensino dos Conceitos de Movimento e Inércia na Mecânica, a partir de uma Concepção de Ciência que não Utiliza a Lógica Binária

Luiz Alberto Clabonde, Luiz Antônio Bastos Bernardes, Jeremias Borges da Silva

VOLUME 7 – Uma Proposta de Utilização de Mídias Sociais no Ensino de Física com Ênfase à Dinâmica de Newton

Heterson Luiz De Lara, Alexandre Camilo Junior, Jeremias Borges da Silva

VOLUME 8 – O Eletromagnetismo e a Física Moderna através de Atividades Experimentais

Ademir Kreпки Henisch, Jeremias Borges da Silva

VOLUME 9 – Física Nuclear e Sociedade

Tomo I – Caderno do Professor

Tomo II – Caderno do Aluno

Josicarlos Peron, André Vitor Chaves de Andrade

VOLUME 10 – Conceituação e Simulação na Dinâmica do Movimento

Tomo I – Caderno do Professor

Tomo II – Caderno do Aluno

Leandro Antonio dos Santos, Antônio Sérgio Magalhães de Castro

VOLUME 11 – Montagem de um Painel Didático e Atividades Experimentais em Circuitos de Corrente Contínua

Renato Dalzotto, Sérgio da Costa Saab, André Maurício Brinatti

VOLUME 12 – Nas Cordas dos Instrumentos Musicais

Luís Alexandre Rauch, André Maurício Brinatti, Luiz Fernando Pires

VOLUME 13 – O Fóton em Foco: Relações entre Cor, Frequência e Energia de Radiações Eletromagnéticas

Romeu Nunes de Freitas, André Maurício Brinatti, Jeremias Borges da Silva

VOLUME 14 –

Tomo I - Iniciação em Robótica e Programação com Algumas Aplicações em Física

Tomo II – Tutorial: Tela Interativa com Controle do Nintendo Wii

Hernani Batista da Cruz, Luiz Antônio Bastos Bernardes, Silvio Luiz Rutz da Silva

VOLUME 15 – O Uso do Software Tracker no Ensino de Física dos Movimentos

Edenilson Orkiel, Silvio Luiz Rutz da Silva



Este trabalho está licenciado com uma Licença Creative Commons –
Atribuição -Não Comercial- Compartilha Igual 4.0 Internacional.

Disponível em:

<http://uepg.br/proex/Home/ebook.html>

