

INSERÇÃO DA ASTRONOMIA NO NONO ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL CONTEXTUALIZANDO O ENSINO DE MECÂNICA: UMA PROPOSTA DE ENSINO REMOTO DURANTE A PANDEMIA DE COVID-19

Integrating astronomy into the ninth grade of elementary school by contextualizing the teaching of mechanics: a proposal for remote learning during the COVID-19 pandemic

Alice Viviane Leles [alice.leles@yahoo.com.br]

Secretaria de Educação do Espírito Santo (SEDU)

Avenida Cezar Hilal, 1111 - Santa Lucia, Vitória/ES CEP 29056-085

Luiz Otavio Buffon [buffon@ifes.edu.br]

Robson Leone Evangelista [robson.leone@ifes.edu.br]

*Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) - Campus Cariacica - Núcleo de Estruturação do Ensino de Física (NEEF) - Coordenadoria do Mestrado em Ensino de Física – Polo 33 MNPEF
Rodovia Governador José Sette, 184 - Itacibá, Cariacica – ES - CEP: 29150-410*

Recebido: 30/12/25

Aceito: 30/03/2026

Resumo

Na disciplina de Ciências do ensino fundamental II nota-se que os temas sobre Astronomia despertam mais a curiosidade e o interesse dos alunos do que os conteúdos de Física. Visto que a Astronomia utiliza muitos conceitos e princípios da Física, um estudo unificado dessas duas áreas pode melhorar o interesse e o aprendizado dos alunos. Assim, nesse artigo, analisamos a construção e a aplicação de um produto educacional, adaptado e aplicado no formato remoto durante o período da Pandemia de Covid-19, que utiliza a Astronomia como uma forma de contextualizar conteúdos da Física relacionados à parte da Mecânica. A proposta, inicialmente pensada para a aplicação presencial, foi fundamentada em metodologias ativas e no Ensino Híbrido, utilizando a Instrução pelos Colegas (*Peer Instruction*) e Rotações por Estações de trabalho. A aplicação ocorreu de forma remota no nono ano do ensino fundamental II numa escola pública municipal de Vitória/ES. As atividades envolveram simulações computacionais, experimentos, vídeos e leitura de textos. Através da pesquisa realizada foi possível encontrar indícios do desenvolvimento de engajamento, de participação mais ativa dos alunos e de aprendizagem de alguns conceitos trabalhados.

Palavras-chave: Educação em Astronomia; Ensino de Física; Ensino Remoto; Ensino Híbrido; Rotação por Estações.

Abstract

In the Science curriculum of middle school (grades 6-9), it is observed that topics on Astronomy arouse more curiosity and interest among students than Physics content. Since Astronomy uses many concepts and principles of Physics, a unified study of these two areas can improve student interest and learning. Thus, in this article, we analyze the construction and application of an educational product, adapted and applied remotely during the Covid-19 pandemic, which uses Astronomy as a way to contextualize Physics content related to Mechanics. The proposal, initially conceived for in-person application, was based on active methodologies and Blended Learning, using Peer Instruction and Station Rotations. The application took place remotely in the ninth grade of middle school in a public municipal school in Vitória/ES. The activities involved computer simulations, experiments, videos, and text reading. Through the research conducted, it was possible to find evidence of increased

engagement, more active student participation, and learning of some of the concepts covered.

Keywords: Astronomy Education; Physics Teaching; Remote Learning; Hybrid Learning; Station Rotation.

1. Introdução

Na disciplina de Ciências do ensino fundamental II, muitas vezes, os conteúdos científicos são ensinados de forma descontextualizada, o que pode desestimular os alunos a estudarem determinados assuntos menos atrativos. Uma possibilidade é adotar abordagens interdisciplinares unindo assuntos que tem afinidade, como por exemplo, a Astronomia e a Física, ambos conteúdos a serem ensinados na disciplina de ciências. A Astronomia é muito apreciada pelos alunos e a Física possui uma certa rejeição, e desta forma, ensiná-las juntas pode melhorar o interesse dos alunos.

Nos materiais didáticos escolares, livros e apostilas, geralmente os conteúdos da Física e da Astronomia estão separados, o que estimula os professores a ensiná-los deste modo. De acordo com Sasseron (2010), na maioria das vezes, estas propostas trazem uma concepção de ensino tradicional, baseada na informação e na transmissão de conteúdos, sem discussões, reflexões e análise crítica por parte dos alunos. Diante disso, é importante que o professor utilize materiais didáticos mais contextualizados que proporcionem uma participação mais ativa dos alunos (Amorim, 2009).

A Astronomia sempre fascina as pessoas e facilmente desperta o interesse dos alunos em sala de aula, seja pela beleza do céu noturno ou pela necessidade do homem de compreender o seu lugar no Universo (Oliveira Filho; Saraiva, 2004; Langhi, 2009; Caniato, 2010; da Costa, 2002; Afonso; Nadal, 2013; Araújo, 2010; Lima, 2018). Atualmente, o ensino da Astronomia tem uma importância também ambiental, pois sensibiliza os alunos quanto à fragilidade da Terra (Gadotti, 2008).

O desenvolvimento de um produto educacional que vincule a Astronomia e a Física é importante também para dar apoio aos professores de ciências do ensino fundamental, para suprir possíveis deficiências na formação nessa área (Queiroz, 2008; García Barros et al, 1997; Langhi, 2004; Langhi; Nardi, 2005; Bretones, 1999; Puzzo et al., 2005).

Além da interdisciplinaridade, atualmente, é importante a utilização das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) na educação, devido às inúmeras possibilidades de interação (Kenski, 2007; Martins, 2008). Através das TDICs é possível desenvolver o chamado Ensino Híbrido, que combina atividades presenciais com atividades online, que trazem novas possibilidades de interação entre alunos e professores e também um ensino mais personalizado (Hansen, 2006; Moran, 2015; Moran, 2017).

Uma das formas de Ensino Híbrido é o Modelo de Rotação por Estações, em que os alunos são organizados em grupos, cada um realizando uma tarefa seguida de revezamentos. Cada rotação deve ter duas ou três estações com atividades diversificadas podendo ser discussões em grupo, atividades com roteiros, leituras de textos, atividades online, vídeos, trabalho individual e colaborativo, experimentos, simulações, jogos, dentre outras (Bacich; Tanzi Neto; Trevisani, 2015; Bacich; Moran, 2015).

Para possibilitar discussões durante as aulas é importante a utilização de metodologias ativas que propiciem interação, e uma forma de fazer isso é através do método de Instrução pelos Colegas (*Peer Instruction*) (Mazur; Somers, 1997; Araujo; Mazur, 2013), que se baseia em uma apresentação rápida do conteúdo seguida de questões conceituais sobre o assunto, propostas para os alunos discutirem em grupos.

Assim, este artigo tem por objetivo relatar uma parte de uma proposta educacional utilizada

em um mestrado profissional em ensino de Física (Leles, 2021). Sua construção e aplicação baseou-se no Ensino Híbrido, mais especificamente Rotação por Estações, juntamente com o método de Instrução pelos Colegas (*Peer Instruction*). Os assuntos abordados foram tópicos de Mecânica no contexto da Astronomia para turmas do nono ano do ensino fundamental II.

No referido mestrado foram desenvolvidos dois módulos, sendo o primeiro relacionado à Cinemática, aplicado presencialmente e já descrito em (Buffon, Leles & Evangelista, 2024). A construção e aplicação do segundo módulo, relacionado à Dinâmica, mais especificamente, às Leis de Newton, será relatada neste artigo e, apesar de ser planejado para ser realizado de forma presencial, teve que ser adaptado para atividades remotas devido à Pandemia de Covid-19. Na próxima seção desse artigo apresentamos a metodologia de aplicação e o relato de experiência dessa intervenção. Por fim, apresentamos os resultados e as conclusões.

2. Metodologia e Relato da Aplicação

A sequência didática mostrada no Quadro 1 foi aplicada durante a Pandemia de Covid-19, entre os meses de agosto e outubro de 2020, numa escola pública municipal de ensino fundamental do município de Vitória - ES. Na aplicação remota com 8 etapas procurou-se mesclar atividades remotas síncronas (encontros virtuais *online*) com atividades assíncronas (atividades *offline* para os alunos), buscando a interação com os alunos através da sugestão de experimentos, simuladores computacionais, leituras de textos, questionários, aplicativos de celular, roteiros tutoriais de apoio, vídeos sobre as Leis de Newton, dentre outros. Os questionários são apresentados nos apêndices sendo que as respostas corretas estão em itálico.

A pesquisadora que aplicou a intervenção não era a professora regente da escola e como a participação nas atividades remotas não foi obrigatória, os sujeitos da pesquisa foram apenas 12 alunos do nono ano do ensino fundamental, sendo 9 do ensino regular e 3 do EJA – Educação de Jovens e Adultos. Como instrumentos de coleta de dados foram utilizados questionários, gravações, *prints* de telas e diário de bordo.

Quadro 1: Resumo das etapas da sequência didática.

Etapa	Descrição	Atividades
1 A partir de 17/08/2020	Atividades assíncronas enviadas através do <i>WhatsApp</i>	- Vídeo 1 de apresentação do projeto com orientações. - Questionário inicial de conhecimentos prévios apresentado no Apêndice 1.
2 26/08/2020	Atividade síncrona <i>online</i> de 2 horas via <i>Google Meet</i>	- Introdução às Leis de Newton - Adaptação do <i>Peer Instruction</i> com o questionário apresentado no Apêndice 2.
3 02/09/2020 09/09/2020 16/09/2020	Atividades síncronas <i>online</i> de 2 horas cada dia via <i>Google Meet</i> para abordar o atrito e a resistência do ar	- Rotação por Estações 02/09/2020 Estação 1: Disco Flutuante 09/09/2020 Estação 2: Simulador Space Lander 16/09/2020 Estação 3: Sonda Voyager - Adaptação do <i>Peer Instruction</i> com questionários e textos nos Apêndice 3 (Estação 1) e Apêndice 4 (Estação 3)

4 A partir de 21/09/2020	Atividades assíncronas enviadas através do <i>WhatsApp</i>	- Aplicações das Leis de Newton através de texto de apoio e questões (não mostrados neste artigo).
5 23/09/2020	Atividade síncrona <i>online</i> de 2 horas via <i>Google Meet</i>	- Retomando as Leis de Newton - Adaptação do <i>Peer Instruction</i> com questões apresentadas no Apêndice 5.
6 A partir de 29/09/2020 30/09/2020 A partir de 06/10/2020	Atividades assíncronas enviadas através do <i>WhatsApp</i> nos dias 29/09/2020 e 06/10/2020 Atividade síncrona <i>online</i> de 2 horas via <i>Google Meet</i> no dia 30/09/2020	- Rotação por Estações 29/09/2020 Estação 1: Marés (Apêndice 6) 30/09/2020 Estação 2: Balão-Foguete (Apêndice 7) 06/10/2020 Estação 3: Continuação do Simulador Space Lander - Adaptação do <i>Peer Instruction</i> na estação 2
7 7/10/2020	Atividade síncrona <i>online</i> de 2 horas via <i>Google Meet</i>	- Terceira Lei de Newton - Lei da Gravitação - Adaptação do <i>Peer Instruction</i> (Apêndice 8)
8 A partir de 13/10/2020	Atividades assíncronas enviadas através do <i>WhatsApp</i>	- Averiguar indícios de aprendizagem. - Questionário Final de Opinião.

Fonte: Os autores.

Desta forma as atividades previamente elaboradas para modo presencial foram readaptadas para o modo remoto utilizando as ferramentas de grupos de *WhatsApp*, do *Google Forms* e do *Google Meet*, inclusive a parte referente ao *Peer Instruction*. A seguir, são descritas a organização e aplicação das atividades.

Inicialmente, a professora pesquisadora, que não era regente da turma e nem professora da escola, realizou uma reunião com a equipe pedagógica e a direção da escola para explicar a aplicação da sequência didática e providenciar os trâmites quanto aos protocolos da Secretaria Municipal de Educação, para a autorização da pesquisa.

Antes de iniciar a aplicação, respeitando as normas éticas de pesquisa, foi enviado para os responsáveis dos alunos um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. A escola também promoveu através do *Google Meet*, uma reunião com os pais dos alunos, para ficarem cientes e autorizarem a participação de seus filhos na pesquisa.

2.1. Etapa 1 - Atividades assíncronas iniciais

Para melhor comunicação foi criado um grupo de *WhatsApp* com a participação da pedagoga, da professora e dos alunos. Neste grupo foram publicadas as informações, comunicados e atividades a serem realizadas.

Nessa etapa assíncrona a professora pesquisadora gravou o vídeo 1 de apresentação dos procedimentos metodológicos e os objetivos da pesquisa que seria desenvolvida, informando como seria a participação dos alunos. O vídeo 1 de 6min 24s está disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=xHu59WfDsVg>.

Foi também aplicado, através do *Google Forms*, como um primeiro desafio aos alunos, o questionário inicial de conhecimentos prévios sobre as Leis de Newton e as interações gravitacionais. O link do questionário, disponível no Apêndice 1, foi enviado através do grupo do *WhatsApp*. Ao longo da intervenção este grupo também serviu para a armazenagem dos materiais didáticos. Na seção 3 serão apresentados os resultados desse questionário.

2.2. Etapa 2 – Atividade síncrona sobre Introdução às Leis de Newton

Esta etapa teve o intuito de abordar as Leis de Newton e suas aplicações no cotidiano. A atividade foi realizada através de uma webconferência de 2 horas mostrada na Figura 1.

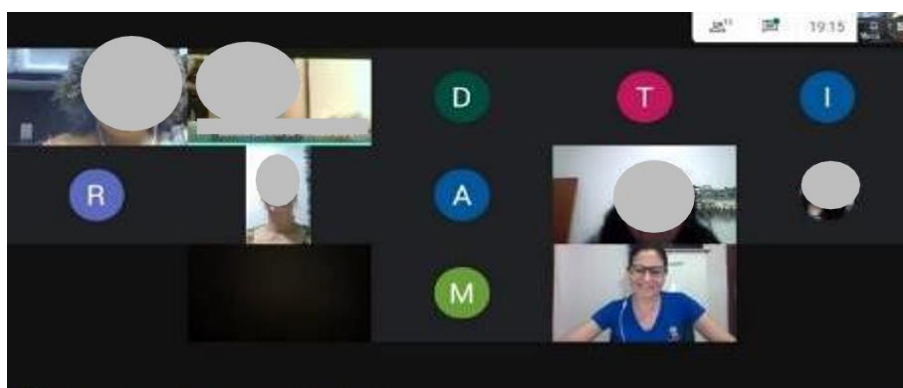


Figura 1: Imagem da webconferência, através do *Google Meet*.

Fonte: Os autores.

Inicialmente, através de slides foram abordadas aplicações da Mecânica no cotidiano tais como, colisões, rolamento, movimento de foguetes, movimento com pouco atrito, dentre outras. Em paralelo, foram propostas 3 questões conceituais, apresentadas no Apêndice 2, para os alunos responderem e procurou-se adaptar o uso do método *Peer Instruction* de maneira síncrona.

Para ilustrar a discussão sobre as colisões de automóveis foi apresentado o vídeo 2 disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=d7iYZPp2zYY>, com duração de 41 segundos e ilustrado na Figura 2.



Figura 2: Tela inicial do vídeo 2: Credit Insurance Institute for Highway Safety (Instituto de Seguro de Crédito para Segurança Rodoviária).

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=d7iYZPp2zYY>.

O vídeo 2 mostra um teste de colisão frontal com e sem cinto de segurança e *airbags*. Um exemplo de pergunta contida nos slides foi: “Quando ocorre uma colisão, o que acontece com a pessoa que está usando o cinto de segurança? E com a pessoa que não está usando cinto de segurança?” “Por que a pessoa que usa o cinto, não é projetada para frente?” “Por que a pessoa que não usa o cinto é projetada para frente?”

Durante esta etapa, a professora, para explicar a Primeira Lei de Newton, apresentou também, ao vivo, o experimento do copo e a moeda, mostrado na Figura 3, com a utilização de um pedaço de papel, um copo e uma moeda. Quando o papel é puxado rapidamente a moeda não se move junto e em seguida cai dentro do copo, mostrando dessa forma a tendência dela de manter seu estado inicial.

2.3. Etapa 3 - Rotação por Estações adaptada para atividades síncronas

Essa etapa teve o intuito de analisar a influência do atrito e da resistência do ar na alteração do estado de movimento de um corpo. A proposta inicial a ser realizada presencialmente era fazer uma rotação com três estações simultâneas com revezamento dos alunos: o experimento de um disco flutuante sem atrito, o comportamento de um módulo lunar na Lua através de uma simulação e o estudo do movimento de sondas espaciais.



Figura 3: Demonstração do experimento da moeda, papel e copo em aula *online*, através do *Google Meet*.
Fonte: Os autores.

Diante da impossibilidade de realizar encontros presenciais optamos por adaptar o produto para a aplicação remota, com uma estação aplicada de cada vez em dias diferentes, pelo menos para testar os materiais didáticos. Contudo, acreditamos que num outro momento essa sequência didática possa ser aplicada presencialmente com as estações simultâneas em rotação. No dia anterior a cada uma das estações as atividades foram enviadas para os alunos através do grupo de *WhatsApp*. A seguir, as estações são descritas:

a) Estação 1: Disco Flutuante (2 horas)

O objetivo dessa estação foi analisar a influência do atrito no estado de movimento de um disco. Foi enviado um roteiro explicativo pelo *WhatsApp*, conforme mostrado na Figura 4, contendo o passo a passo e o vídeo 3, para o desafio da construção desse experimento de baixo custo. Este vídeo 3 de 1 min e 58s está disponível em https://www.youtube.com/watch?v=iry_YoZPRtA.



Figura 4: Imagem do grupo 1 de *WhatsApp* com alunos do EJA (Educação de Jovens e Adultos) que também participaram do projeto. Para esse segundo encontro *online* foi enviado o roteiro para a construção do disco como um segundo desafio.
Fonte: Os autores.

O experimento consiste em uma bexiga cheia de ar presa no disco, de forma que quando ela estiver soltando ar o atrito entre o disco e a superfície é minimizado. No dia 02/09/2020, na atividade síncrona pelo *Google Meet*, constatamos que somente um aluno tinha feito o experimento. Contudo, já prevendo baixa participação e pelo fato da turma ter poucos alunos, a professora já havia gravado o vídeo 4 com duas situações experimentais necessárias para o entendimento do assunto conforme mostrado na Figura 5.



Figura 5: Demonstração do experimento do disco flutuante realizada pela pesquisadora.
Fonte: Os autores.

Na primeira situação, ao empurrar levemente o disco preso ao balão vazio, devido ao atrito do disco com a superfície, ele parava rapidamente. Já na segunda situação, quando o balão cheio estava soltando ar por baixo, ele continuava a se mover com velocidade constante, devido à quase ausência do atrito. O vídeo 4 com 1min 2s, está disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=TL2tA9Qe4c>.

Em seguida, os alunos responderam 4 questões conceituais pelo *Google Forms*, enviadas aos alunos uma de cada vez através de *links* inseridos no *Chat do Google Meet*. As análises das respostas das questões, mostradas no Apêndice 3, serão apresentadas na seção 3.

b) Estação 2: Simulador Space Lander (2 horas)

Com a intenção de preparar os alunos para a estação 2, conforme mostrado na Figura 6, foi disponibilizado um dia antes da estação, no grupo de *WhatsApp*, um tutorial com informações do aplicativo Space Lander e o vídeo 5 <https://www.youtube.com/watch?v=BIUBdQJ0A3U>, de 4 min 7s, com o passo a passo de como utilizar este simulador. Este simulador pode ser encontrado em <https://play.google.com/store/apps/details?id=net.everydaygame.s.Yass>.



Figura 6: Imagem do grupo de *WhatsApp* do envio do roteiro do simulador *Space Lander*.

Fonte: Os autores.

No dia 09/09/2020, na atividade síncrona pelo *Google Meet* mostrada na Figura 7, foi apresentado o simulador do aplicativo Space Lander em mais detalhes, com o intuito de compreender como o módulo lunar se comporta no vácuo da Lua. Foi possível simular a decolagem e o pouso na superfície da Lua e relacionar com a Primeira Lei de Newton, através de situações de repouso com equilíbrio de forças, bem como alterações nas velocidades do módulo lunar.

Este simulador apresenta alguns desafios tais como: combustível limitado, pequena área de pouso, a velocidade não deve ser muito alta e o ângulo de descida não deve ser muito íngreme. Existem 3 tabelas de classificação, 3 níveis de dificuldade crescente e cada pouso bem-sucedido oferece mais uma “vida” ou tentativa de pouso.

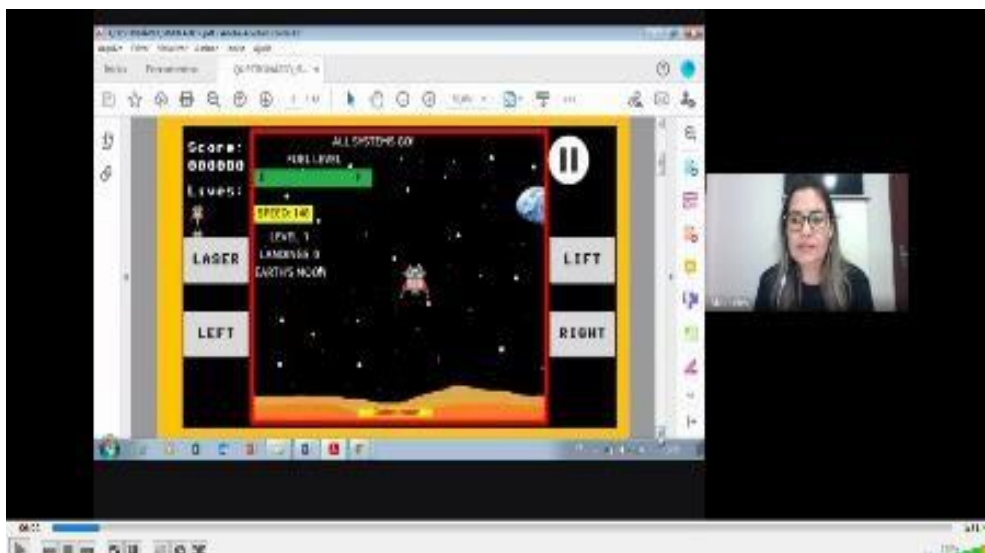


Figura 7: Imagem da atividade síncrona pelo *Google Meet* do simulador Space Lander.
Fonte: Os autores.

Durante a aula, o professor realizou discussões quanto ao uso do simulador e os alunos apresentaram respostas pelo *Chat*, sendo que alguns deles relataram dificuldades em utilizar o simulador. Os alunos também responderam questões conceituais não mostradas neste artigo, mas algumas respostas são apresentadas na seção 3.

c) Estação 3: Sonda Espacial Voyager(2 horas)

Conforme mostrado na Figura 8, antes do encontro síncrono do dia 16/09/2020, foi enviado no grupo de *WhatsApp* o texto 1, disponível no Apêndice 4, sobre as sondas espaciais Voyager 1 e 2, o vídeo 6 sobre o lançamento delas e questões sobre as sondas espaciais, para que os alunos tivessem um contato prévio com os materiais. O vídeo 6 com duração de 15:56 minutos está no *link*: <https://www.youtube.com/watch?v=IAVHhZqQxVg>.



Figura 8: Imagem do Grupo *WhatsApp* com divulgação do tutorial, texto 1 e encontro *online*.
Fonte: Os autores.

No momento síncrono dessa estação 3, mostrado na Figura 9, foi apresentado o vídeo 6, relatando que em 1977 partiram da Terra duas espaçonaves Voyager 1 e Voyager 2, cujas missões eram explorar os planetas gigantes – Júpiter, Saturno, Urano e Netuno, e depois seguir para o espaço interestelar. Em seguida, foi realizada a leitura coletiva e discussão do texto 1 sobre as sondas, como mostrado na Figura 10.



Figura 9: Imagem da aula *online* com apresentação do vídeo 6 das Voyagers 1 e 2.
Fonte: Os autores.



Figura 10: Imagem da aula *online* com explicação sobre as sondas espaciais.
Fonte: Os autores.

Nessa estação, 5 questões sobre as sondas espaciais apresentadas no Apêndice 4, foram intercaladas com as explicações e disponibilizadas para discussão. Através do *Chat* os alunos interagiram com perguntas, dúvidas, observações e respostas.

2.4. Etapa 4 – Atividades assíncronas sobre aplicações das Leis de Newton

Foi realizada de modo assíncrono através do grupo de *WhatsApp* conforme mostrado na Figura 11, com envio de um texto sobre aplicações das leis de Newton, tais como:

- Um ônibus acelerando e depois freando;
- Um brinquedo de parque de diversões conhecido como “Chapéu Mexicano”, que gira em alta velocidade de forma que as pessoas nas cadeiras presas por cabos são projetadas para fora da rotação;
- A dificuldade do astronauta *Buzz Aldrin*, segundo homem a pisar na Lua, em andar na Lua devido a ter lá um peso cerca de seis vezes menos do que na Terra;
- Um jogo denominado de Hóquei de ar, onde o atrito é reduzido devido ao ar comprimido saindo pelos furos e elevando um disco da superfície;
- A diferença de empurrar um carrinho cheio de compras e outro vazio em um supermercado;
- As viagens das sondas espaciais.



Figura 11: Imagem do Grupo *WhatsApp* do texto e os *links* das questões sobre as aplicações das Leis de Newton.
Fonte: Os autores.

Questões apresentadas, não mostradas neste artigo, foram enviadas para os alunos responderem e algumas respostas são apresentadas na seção 3.

2.5. Etapa 5 - Retomando as Leis de Newton

A aula *online* iniciou-se com a apresentação de slides mostrada na Figura 12, intercalados com questões contextualizadas quanto à situação de um passageiro dentro de um avião, colisão de automóveis, aceleração, força e gravidade de planetas. Foram apresentadas para os alunos 5 questões aplicadas pelo método adaptado do *Peer Instruction* e algumas respostas são mostradas na seção 3. Essas questões encontram-se no Apêndice 5.

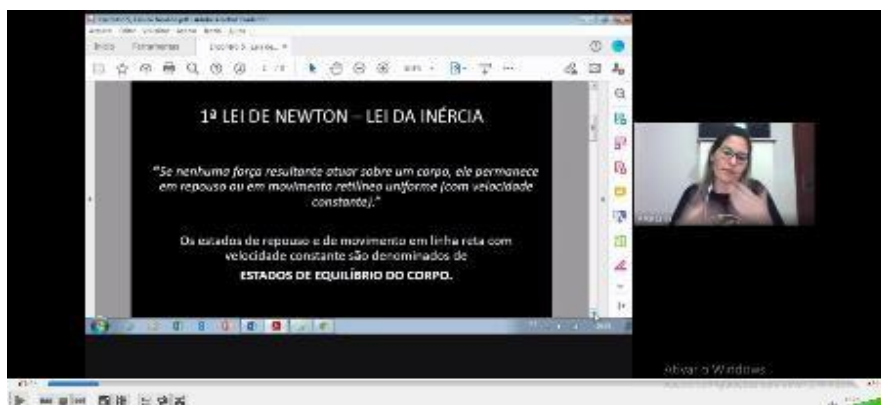


Figura 12: Imagem da aula *online* com explicação sobre as Leis de Newton.
Fonte: Os autores.

2.6. Etapa 6 - Rotação por Estações adaptada para atividades remotas

Assim como a etapa 3, a etapa 6 foi planejada para ser uma rotação com 3 estações de trabalho no contexto do ensino híbrido. Devido à pandemia de Covid-19 ela teve que ser aplicada sem o rodízio e seu conteúdo foi adaptado para ser aplicado de forma remota em duas atividades assíncronas e uma síncrona.

As atividades das Estações 1 (Marés) e 3 (continuação do Simulador Space Lander), foram enviadas, respectivamente, nos dias 29/09/2020 e 06/10/2020 através do *WhatsApp*. A Estação 2 (Balão-Foguete) foi realizada no dia 30/09/2020 através de um encontro remoto síncrono através do *Google Meet*.

a) Estação 1 - Marés

Foi realizada de modo assíncrono e iniciou-se com o envio, mostrado na Figura 13, no grupo de *WhatsApp* do texto 2 com o desafio “Vocês sabem como as fases da Lua influenciam as marés?”



Figura 13: Imagem do Grupo *WhatsApp* com envio de texto 2 e *links* das questões.
Fonte: Os autores.

O texto 2, disponível no Apêndice 6, explica sobre as marés na Terra como sendo um fenômeno resultante da atração gravitacional exercida pela Lua e pelo Sol sobre a Terra, explicando a alternância das marés baixa e alta. Os alunos responderam duas questões sobre o assunto também mostradas no Apêndice 6. No dia seguinte foi disponibilizado outro desafio com mais uma questão.

b) Estação 2 - Balão-Foguete

Antes desta estação foi enviado, via grupo de *WhatsApp*, um roteiro e o vídeo 7 de 1:42 minutos, com tutorial e um passo a passo para os alunos realizarem a montagem do experimento do balão foguete mostrado na Figura 14. O vídeo está em:

<https://www.youtube.com/watch?v=rWOQPb4SXUw&t=2s>.



Figura 14: Imagem do tutorial com passo a passo do experimento do balão foguete.

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=rWOQPb4SXUw&t=2s>.

Já no momento síncrono, através da aula online do dia 30/09/20, a professora apresentou e discutiu o vídeo 7 do experimento do balão foguete, com o intuito de demonstrar que num sistema inicialmente em repouso, pode-se iniciar um movimento de suas partes através de forças internas, por exemplo, geradas por uma expansão ou explosão. Tais movimentos podem ocorrer na mesma direção, porém em sentidos opostos. Esta atividade foi intercalada com a apresentação aos alunos de cinco questões, mostradas no Apêndice 7, através do método adaptado do *Peer Instruction*.

Um dos objetivos desta estação 2 foi compreender a terceira Lei de Newton e o fato de que forças de ação e reação atuam sempre em objetos diferentes que estão interagindo mutuamente entre si. Desta forma foi possível entender o princípio de propulsão de um foguete no vácuo.

c) Estação 3 - Continuação do Simulador Space Lander

Essa estação foi aplicada de modo assíncrono através do grupo de *WhatsApp* e foi utilizado novamente o simulador Space Lander, porém agora com novos comandos. Os alunos receberam o *link* e responderam questões não mostradas neste artigo conforme mostrado na Figura 15.

2.7. Etapa 7 - Terceira Lei de Newton e Lei da Gravitação

Nessa etapa, mostrada na Figura 16, nos aprofundamos um pouco mais no estudo da Terceira

Lei de Newton e da Lei da Gravitação de Newton. Para tal discutimos a existência do par ação-reação através do método adaptado do *Peer Instruction* e das questões mostradas no Apêndice 8.



Figura 15: Imagem com envio da questão sobre o Space Lander.
Fonte: Os autores.



Figura 16: Imagem da aula online com apresentação das questões para discussão.
Fonte: Os autores.

Os alunos, no dia anterior a aula, receberam pelo grupo de *WhatsApp* um texto explicativo de apoio sobre a Terceira Lei de Newton. Durante a aula online, o professor iniciou a discussão intercalando com as questões conceituais. Os alunos interagiram através do *Chat* e *links* disponibilizados.

2.8. Etapa 8 - Avaliação

Consistiu na aplicação do questionário final, idêntico ao inicial, com o objetivo de tentar identificar alguns possíveis indícios de aprendizagem. Logo após, foi aplicado o questionário de

opinião a ser respondido pelos alunos. Essa etapa foi realizada de forma *online* e os questionários foram respondidos através do *Google Forms*.

3. Análise dos Resultados

3.1. Questionários Inicial e Final

Na intervenção foram aplicados dois questionários idênticos compostos por 8 perguntas objetivas, um no início (QI) e outro ao final (QF), com o objetivo de investigar indícios de aprendizagem no processo. As questões são apresentadas no Apêndice 1. Ao todo 12 alunos responderam ao questionário inicial e 10 alunos responderam o questionário final. A Tabela 1 mostra o percentual de acertos desses questionários.

Tabela 1: Percentual de acertos dos Questionários Inicial (QI) e Final (QF)

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	Média
Acertos (QI)	41%	33%	41%	58%	50%	33%	25%	25%	38%
Acertos (QF)	100%	30%	50%	40%	60%	60%	20%	30%	49%

Fonte: os autores

Das 8 questões houve aumento no número de respostas corretas somente em 5 questões e a porcentagem média de acertos aumentou de 38% para 49%, consistindo em um aumento pouco significativo.

3.2. Resultados de algumas etapas

Na etapa 2 houve participação de 10 alunos durante a apresentação *online*, do vídeo e do experimento, contudo eles tiveram dificuldades em responder às 3 questões apresentadas no Apêndice 2, inicialmente com 3, 1 e 2 acertos, respectivamente nas questões 1, 2 e 3.

Na estação 1 da etapa 3, no experimento do disco flutuante, foram discutidas com os 9 alunos *online* as 4 questões apresentadas no Apêndice 3, num formato adaptado do *peer instruction*. Somente nas questões 1 e 4 não foram necessárias as discussões entre os pares e uma segunda votação. Nas questões 2 e 3 após a discussão entre os alunos, percebeu-se um aumento considerável na quantidade de acertos.

Na estação 2 da etapa 3 foram discutidas diversas perguntas (não mostradas no artigo), com discussão entre os alunos até chegarem na resposta correta. Por falta de tempo algumas perguntas foram respondidas de forma assíncrona. Segue as respostas da pergunta “Por que para uma decolagem, a partir da superfície, é necessário imprimir uma força de propulsão no módulo lunar”?

Aluno 1: *Por causa do oxigênio tem que atravessar paredes visíveis que nós temos no nosso planeta para chegar no espaço.*

Aluno 3: *Para poder ter mais velocidade.*

Aluno 5: *Por causa da gravidade.*

Aluno 8: *Para que ele tenha uma força que seja capaz de ultrapassar a atmosfera.*

Aluno 11: *O Módulo Lunar Apollo era parte da nave usada no Projeto, era construída de múltiplas partes.*

Pelas respostas dos alunos 1 e 8, percebemos que os alunos confundem a existência do campo gravitacional com a existência da atmosfera.

Na etapa 3 e estação 3, foram discutidas 5 perguntas relacionadas ao texto 1, ambos mostrados no Apêndice 4, num formato adaptado do *peer instruction*, com discussão entre os alunos até chegarem na resposta correta. Nessa parte 8 alunos responderam, sendo que somente 6, 3, 5, 1 e 3 acertaram as questões 1, 2, 3, 4 e 5, respectivamente.

Na etapa 4 tivemos as seguintes respostas para algumas perguntas dissertativas:

Questão 1: “Porque é tão difícil ficar em pé dentro do ônibus sem se apoiar? Explique baseado nas leis de Newton”?

Aluno 8: *Quando um ônibus está parado na superfície ele tende a ficar em repouso, mas quando o motorista dá uma arrancada o passageiro.*

Aluno 9: *Por causa do movimento do ônibus.*

Aluno 12: *Porque a pessoa será projetada para frente ou para trás por conta da arrancada do ônibus que está inicialmente em repouso em relação a Terra.*

Aluno 13: *A lei da Inércia, diz que corpos em movimento, ou seja, quando o ônibus está acelerando em um movimento retilíneo acelerado você está "acompanhando" este movimento, ou seja, indo junto com ele, caso o ônibus dê uma freiada, você vai para frente, pelo fato da primeira Lei de Newton já citada acima, ou seja, você era pra continuar seu movimento para frente.*

Os alunos 12 e 13 mostraram conhecimento do princípio da inércia e estão cientes que variações bruscas de velocidades do ônibus implicarão no fato da pessoa em pé no ônibus ser projetada para frente ou para trás.

Questão 2: “A força gravitacional e a força peso são forças iguais ou diferentes? Explique porquê”.

Aluno 5: *Diferentes, porque o nosso peso a gente consegue manter em equilíbrio, já a força gravitacional não.*

Aluno 9: *O peso é diferente da massa porque está associada à inércia, enquanto aquele é à inércia, enquanto aquele é à força gravitacional que o planeta exerce sobre o objeto. Quando deixamos um objeto cair, vemos que ele se move em direção à Terra porque a força peso, também chamada de força gravitacional, atrai o corpo para baixo.*

Aluno 10: *Diferentes. A força peso é exercida pela gravidade, força de atração que um corpo exerce sobre outro e Força gravitacional é a propriedade da massa de atrair outra massa.*

Os alunos 5, 9 e 10, pensam que força gravitacional e força peso são forças diferentes, o que indica problemas de entendimento.

Na etapa 5 somente a questão 2 foi respondida corretamente pela maioria, enquanto as demais necessitaram de discussões entre os alunos e a professora.

Na estação 1 da etapa 6, após a leitura do texto 2, os alunos responderam às duas questões apresentadas no Apêndice 6, não havendo a necessidade de discussões pois a maioria acertou. Foi proposta também a questão discursiva “Explique com suas palavras porque as marés altas ocorrem

tanto na região da Terra mais próxima da Lua, mas também ocorrem na região da Terra mais distante da Lua, isto é, porque se formam dois bojos (calombos) ao invés de um”? Seguem algumas respostas:

Aluno 2: Por que isso se muda em regiões diferentes.

Aluno 5: As marés são "movimentos" oceânicos que ocorrem periodicamente, caracterizadas pela subida e descida no nível da água. Esse fenômeno ocorre em virtude da atração gravitacional exercida pela Lua e pelo Sol sobre o mar. De acordo com a Lei da Gravitação Universal, a força gravitacional.

Observamos que nenhum aluno conseguiu responder a essa questão de forma satisfatória.

Na estação 2 da etapa 6 somente a questão 1 foi respondida sem a necessidade de discussão entre os pares e de mais discussões. Na estação 3 da etapa 6 foram discutidas questões com os alunos até conseguirem chegar nas respostas corretas.

3.3. Questionário de Opinião

Foi aplicado um Questionário de Opinião composto de doze questões com o objetivo de avaliar a aplicação da proposta didática e a contribuição no processo de ensino aprendizagem, como também indicar possíveis ajustes que possam contribuir para melhoria de alguns pontos da sequência desenvolvida. A seguir, são apresentadas as respostas dos 9 alunos das questões objetivas.

Na pergunta 1, “De uma forma geral, qual a sua opinião sobre a sequência didática para o ensino de Mecânica apresentada pela professora ao longo dessas semanas”, 5 gostaram muito e 4 gostaram.

Na pergunta 2, “Você gostou de utilizar atividades experimentais, mostradas em vídeos, para estudar Física, na disciplina de Ciências”?, 3 gostaram muito e 5 gostaram.

Na pergunta 3, “Você gostou de utilizar atividades relacionadas às tecnologias computacionais e de celulares, tais como simuladores e questionários, para estudar Física, na disciplina de Ciências”?, 5 gostaram muito, 3 gostaram e 1 ficou indiferente.

Na pergunta 4, “Você gostou de estudar a Física de forma contextualizada junto com Astronomia e Astronáutica”?, 4 gostaram e 5 gostaram muito.

Na pergunta 5, “Você concorda que a sua participação neste projeto contribuiu para sua aprendizagem de conteúdos de Física, na disciplina de Ciências”?, 7 concordam totalmente e 2 concordam parcialmente.

Na pergunta 6, “De maneira geral, como você avalia a sua participação na sequência didática”?, 2 acharam ótima, 3 boa e 4 regular.

Na pergunta 7, “Dos conteúdos e experimentos abordados qual você mais gostou”?, 4 citaram o disco flutuante, 3 citaram a Sonda Espacial Voyager e 2 outros.

Na pergunta 8, “Marque um ou mais pontos positivos da sequência didática apresentada”, 6 afirmaram Debate mais significativo nas aulas, 6 afirmaram Despertar o interesse pela Ciência, 5 afirmaram Interatividade entre os alunos e a professora, 5 afirmaram Aprender de maneira mais dinâmica e criativa e 3 afirmaram Motivação dos alunos nas aulas.

Na pergunta 9, “Marque um ou mais pontos a serem melhorados ou que você teve dificuldade na sequência didática apresentada”, 7 afirmaram acesso à internet, 5 afirmaram Realização dos

experimentos e 2 outros.

Na pergunta 10, “Como você avalia a sua motivação e participação no desenvolvimento das atividades”?, 7 afirmaram que apesar de inicialmente não estar muito motivado(a), fui me motivando à medida em que participava ativamente das etapas da atividade.

Na pergunta 11, “Você considera importante aprender a parte de Física na disciplina de Ciências”?, 5 afirmaram ser muito importante e 4 afirmaram ser importante.

Na pergunta 12, “Devido à pandemia as atividades tiveram que ser à distância e *online*. Você concorda que essa forma de ensino pode substituir o ensino presencial”?, 4 concordam totalmente, 3 são indiferentes, 1 concorda parcialmente e 1 discorda totalmente.

Através do questionário de opinião é possível concluir que os alunos gostaram muito das atividades propostas compostas por experimentos, vídeos, simuladores e questionários. Também é possível notar que eles gostaram de estudar a Física de forma contextualizada junto com Astronomia e Astronáutica, estando mais motivados e engajados. Assim, a sequência didática ajudou os alunos numa época de ensino remoto, onde a maioria dos alunos estavam com dificuldades.

4. Considerações Finais

O uso da Astronomia para contextualizar a Mecânica, abordada no ensino fundamental II, se deu no sentido de buscar possibilidades de aumentar o engajamento dos alunos numa época de ensino remoto devido à pandemia de Covid-19. A utilização do Ensino Híbrido, com a utilização de TDICs, foi fundamental nesse contexto devido a impossibilidade de encontros presenciais.

Em concordância com Moran (2015) utilizamos elementos misturados tais como atividades individuais e em grupo, investigações, leitura de texto, discussões. A ideia inicial de trabalhar baseado em Rotação por Estações de Trabalho foi alterada, devido à pandemia de Covid-19, mas acreditamos que os testes que foram feitos com as estações de trabalho, aplicadas individualmente, forma úteis para testar sua aplicabilidade.

A necessidade da aplicação ter sido remota permitiu testar diversas ferramentas tecnológicas de ensino tais como webconferências usando o *Google Meet*, coleta de respostas de questionários via *Google Forms*, atividades assíncronas, simuladores utilizando aplicativos de jogos de celulares, vídeos de experimentos e grupos de *WhatsApp*. No gerenciamento das atividades o grupo de *WhatsApp* foi fundamental para auxiliar no envio de informações, de materiais didáticos, tutoriais de apoio, interação entre os alunos e coleta de dados. Estes resultados corroboram Martins (2008) e Kenski (2007), que afirmaram que a tecnologia proporciona novas formas de interação e de benefícios para a educação.

A pouca quantidade de alunos participando da aplicação nas atividades síncronas, 10 alunos no início e 3 no final, se deveu a uma série de problemas, tais como: a necessidade de adaptação da proposta para aplicação remota, ao fato da pesquisadora não ser a professora regente da turma e nem ser professora da escola, à falta de internet por parte de diversos alunos e a própria pandemia em si.

No questionário de opinião, os alunos demonstraram gostar de utilizar questionários online, sendo que a metade dos alunos consideraram sua participação boa e a outra metade apresentou dificuldades durante as atividades. Já como pontos a serem melhorados citaram dificuldades de acesso à internet e a impossibilidade da realização de experimentos. Apesar de poucos responderem às atividades finais, eles disseram que a motivação aumentou ao longo da intervenção, porém quanto à eficácia não houve unanimidade entre eles. Acreditamos que o uso da Astronomia contribuiu para a satisfação dos alunos, em concordância com Oliveira Filho e Saraiva (2004).

A abordagem reforçou o conhecimento de Astronomia do aluno pois possui seções que fornecem ao aluno um maior conhecimento sobre o Sistema Solar, possibilitando oportunidades de construção do conhecimento. Assim, este produto educacional vem cumprir uma exigência da BNCC, quanto à temática Terra e Universo, que contempla o ensino de Astronomia no ensino fundamental. (BRASIL, 2017).

Através dos resultados obtidos e do questionário de opinião concluímos que o produto educacional permitiu introduzir conceitos de Mecânica e de Astronomia, de forma alternada, propiciando motivação por parte dos alunos, além de dar sentido ao conteúdo estudado, uma vez que foram consideradas também situações do cotidiano. O desenvolvimento deste material didático foi importante, pois foi possível ir além dos livros didáticos, conforme defendido Sasseron (2010). Este produto se constitui um material adequado para uma abordagem conceitual do assunto, principalmente para um primeiro contato com a disciplina.

Constatamos que no ensino fundamental abordagens conceituais baseadas na participação ativa dos alunos são mais promissoras e, para isso, foi necessário o uso de metodologias não tradicionais como o Ensino Híbrido e abordagens contextualizadas, conforme alertado por Hansen (2006) e Amorim (2009). Observamos que todos os 9 alunos que responderam o questionário gostaram das atividades.

Além disso, como já era esperado, a Astronomia teve boa aceitação e seu ensino junto da Física favoreceu a motivação e o interesse dos alunos, conforme relatado no questionário de opinião por 9 dos 9 alunos, que gostaram da relação da Mecânica com a Astronomia e a Astronáutica.

O Ensino Híbrido permitiu o uso de tecnologias TDICs, o que concorda com Martins (2008), a respeito das novas possibilidades para o indivíduo vivenciar processos criativos e ampliando a capacidade de interlocução por meio das diferentes linguagens. Conclui-se que houve uma boa aceitação por parte dos alunos que demonstraram gostar da intervenção, das atividades experimentais, dos vídeos, do uso de computadores nas aulas, dos jogos, dos simuladores computacionais, de estudar Física no contexto da Astronomia.

Por fim, concluímos que conseguimos uma boa participação e receptividade e interesse dos alunos à proposta, dentro das possibilidades de um ensino remoto durante a pandemia de Covid-19, além de indícios de aprendizagem dos conceitos envolvidos.

5. Agradecimentos

Agradecemos ao Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), campus Cariacica, pela oportunidade de realizar este trabalho e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) – Código de financiamento 001.

6. Referências

- Afonso, G. B., & Nadal, C. A. (2013). Arqueoastronomia no Brasil. In: Matsuura, O. T. (Ed.). *História da Astronomia no Brasil* (pp. 50-86). Recife: Cepe.
- Amorim, F. (2009). *Abordagem contextualizada e interdisciplinar em projetos de ensino de Ciências visando a inclusão social: um estudo nas escolas do maciço do Morro da Cruz*. Dissertação de mestrado em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

- Araújo, D. C. C. (2010). *Astronomia no Brasil: das grandes descobertas à popularização*. Trabalho de conclusão de curso em Licenciatura em Física, Universidade Católica de Brasília, Brasília.
- Araujo, I. S., & Mazur, E. (2013). Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino aprendizagem de Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 30(2), 362-384.
- Bacich, L., & Moran, J. (2015). Aprender e ensinar com foco na educação híbrida. *Revista Pátio*, 17(25), 45-47.
- Bacich, L., Tanzi Neto, A., & Trevisani, F. M. (2015). *Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação*. Porto Alegre: Penso.
- Brasil, Ministério da Educação. (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. Recuperado de <http://basenacionalcomum.mec.gov.br> (acesso em 28 dez. 2023).
- Bretones, P. S. (1999). *Disciplinas introdutórias de Astronomia nos cursos superiores do Brasil*. Dissertação de mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Buffon, L. O., Leles, A. V., & Evangelista, R. L. (2024). A astronomia no ensino fundamental contextualizando a mecânica: uma abordagem híbrida. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, (38), 27-60.
- Caniato, R. (2010). *(Re)descobrimos a astronomia* (2. ed.). Campinas: Ed. Átomo.
- Da Costa, R. (2002). Olhando para estrelas, a fronteira imaginária final – astronomia e astrologia na Idade Média e a visão medieval do cosmo. *Dimensões*, (14), 481-501.
- Gadotti, M. (2008). Educar para a sustentabilidade. *Inclusão Social*, 3(1), 75-78.
- García Barros, S., Martínez Losada, C., Mondelo Alonso, M., & Vega Marcote, P. (1997). La astronomía en textos escolares de educación primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(2), 225-232.
- Hansen, M. F. (2006). *Projeto de trabalho e o ensino de ciências: uma relação entre conhecimentos e situações cotidianas*. Dissertação de mestrado em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Florianópolis, SC.
- Kenski, V. M. (2007). *Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação*. Campinas: Papirus.
- Langhi, R. (2009). *Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: repensando a formação de professores*. Tese de doutorado em Educação para a Ciência, Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência, Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, SP.
- Langhi, R. (2004). *Um estudo exploratório para a inserção da astronomia na formação de professores dos anos iniciais do ensino fundamental*. Dissertação de mestrado em Educação, Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, SP.
- Langhi, R., & Nardi, R. (2005). Dificuldades interpretadas nos discursos de professores dos anos iniciais do ensino fundamental em relação ao ensino de astronomia. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, (2), 75-91.
- Leles, A. V. (2021). *Uma proposta de ensino híbrido para o nono ano do ensino fundamental inserindo a astronomia e contextualizando o ensino de mecânica*. Dissertação de mestrado em Ensino de Física, Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Cariacica, Programa de Pós-graduação em Ensino de Física (MNPEF).
- Lima, A. B. S. (2018). *Astronomia no ensino de ciências: a construção de uma sequência didático-*

pedagógica a partir da análise dos livros didáticos de ciências. Dissertação de mestrado profissional em Ensino de Ciências, Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília, Brasília.

Martinsi, M. C. (2008). Situando o uso da mídia em contextos educacionais. Recuperado de <http://midiasnaeducacaojoanirse.blogspot.com/2008/12/situando-o-uso-da-mdia-em-contextos.html> (acesso em 30 maio 2020).

Mazur, E., & Somers, M. D. (1997). *Peer instruction: a user's manual*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Moran, J. (2015). Educação híbrida: um conceito-chave para a educação, hoje. In: L. Bacich, A. Tanzi Neto, & F. M. Trevisani (Eds.). *Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação*. Porto Alegre: Penso.

Moran, J. (2017). Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. In: L. Bacich, & J. Moran (Eds.). *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática* (Parte 1). Porto Alegre: Penso.

Oliveira Filho, K. S., & Saraiva, M. F. O. (2004). *Astronomia e astrofísica* (2. ed.). São Paulo: Livraria da Física.

Puzzo, D. (2005). *Um estudo das concepções alternativas presentes em professores de ciências de 5ª série do ensino fundamental sobre fases da lua e eclipses*. Dissertação de mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

Queiroz, W. A. (2008). *Astronomia presente nas séries iniciais do ensino fundamental das escolas municipais de Londrina*. Dissertação de mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

Sasseron, L. H. (2010). *Alfabetização científica e documentos oficiais brasileiros: um diálogo na estruturação do ensino de física*. São Paulo: Cengage Learning.

Apêndice 1 – Questionário Inicial (QI) e Final (QF)

Questão 1: Suponha que você está num ônibus observando várias pessoas em pé dentro que não estão se segurando no corrimão. Baseado na Física, o que você veria acontecer com elas, se o motorista do ônibus desse uma arrancada intensa e repentina para a frente?

a) As pessoas não seriam afetadas já que estando dentro do ônibus teriam sempre a mesma velocidade dele. Este fato está de acordo com a primeira Lei de Newton que estabelece que um corpo permanece em repouso ou em movimento retilíneo uniforme sempre que a resultante das forças que atuam sobre esse corpo for nula.

b) As pessoas seriam projetadas para trás, pois segundo a primeira Lei de Newton um corpo permanece em repouso ou em movimento retilíneo uniforme sempre que a resultante das forças que atuam sobre esse corpo for nula.

c) As pessoas seriam projetadas para frente com acelerações maiores do que a do ônibus, pois pela segunda Lei de Newton a aceleração é inversamente proporcional à massa e as massas das pessoas são menores do que a do ônibus.

d) As pessoas serão projetadas para trás, pois de acordo com a Lei da ação e reação de Newton, a força que atua no ônibus é para frente e as reações que atuam nas pessoas são para trás.

Questão 2: Quando ocorre uma colisão de um carro com algum objeto fixo na Terra, por exemplo, um poste, o que acontece com a pessoa que está dentro do carro que não está usando o cinto de segurança.

- a) A pessoa permanece em seu assento pois, de acordo com a Lei da Inércia, ela sempre irá acompanhar o movimento do carro.
- b) A pessoa será projetada para frente, pois na colisão o poste empurra o carro para trás e este empurra a pessoa para frente.
- c) *A pessoa será projetada para frente, pois seu corpo tende a permanecer em movimento retilíneo uniforme.*
- d) A pessoa permanece em seu assento pois a força de atrito entre este e a pessoa é sempre suficiente para mantê-lo desta forma.

Questão 3: Quando ocorre uma colisão de um carro com algum objeto fixo, por exemplo, um poste, o que acontece com a pessoa do carro que está usando o cinto de segurança.

- a) Não faz diferença a pessoa usar ou não o cinto de segurança, pois a força de atrito dela com o assento a mantém protegida.
- b) Quando o poste faz uma força no carro, este reage fazendo uma força oposta na pessoa que está dentro dele, e assim o cinto de segurança protege a pessoa impedindo que ela seja lançada para fora do carro.
- c) Na colisão, o carro lança a pessoa para frente acelerando-a com uma força inercial e neste caso o cinto impede que isso aconteça protegendo a pessoa.
- d) *De acordo com a segunda Lei de Newton, a pessoa ficará protegida pois o cinto de segurança preso ao veículo, aplica nela a força necessária para a desacelerar de forma segura, impedindo que ela seja projetada para frente.*

Questão 4: Primeiro imagine que você vai empurrar um carrinho de compras vazio num supermercado. Agora, pense no que aconteceria se esse carrinho estivesse cheio de mercadorias e você aplicasse sobre ele a mesma força usada quando ele estava vazio. Supondo que o carrinho se mova nos dois casos e comparando as duas situações é correto afirmar que:

- a) Nos dois casos o carrinho ficará em repouso imediatamente após a força aplicada ser retirada, pois para manter um objeto em movimento é necessário manter a força aplicada todo o tempo.
- b) A massa do carrinho cheio de compras é maior, mas como a força aplicada atua no sistema toda a aceleração será a mesma do que no caso de o carrinho estar vazio.
- c) Se desprezarmos o atrito das rodas a dificuldade de empurrar o carrinho será a mesma e teremos a mesma aceleração nos dois casos, com ou sem compras.
- d) *Com o carrinho cheio de compras a inércia será maior e assim de acordo com a segunda Lei de Newton ele adquirirá uma aceleração menor do que no caso em que estava vazio.*

Questão 5: A Voyager 1 é uma sonda espacial norte-americana lançada ao espaço em 05 de setembro de 1977, para explorar os planetas Júpiter e Saturno, prosseguindo posteriormente para o espaço interestelar fora do Sistema Solar. As sondas são lançadas a partir da Terra por potentes foguetes, mas na maior parte da sua viagem seus propulsores ficam desligados só sendo acionados no caso de mudanças e ajustes de rotas. Como a sonda espacial se mantém em movimento por tanto tempo mesmo com os propulsores desligados?

- a) *Em concordância com a primeira lei de Newton se a força resultante que atua num corpo é nula ele se manterá em repouso ou em movimento retilíneo uniforme (velocidade constante). Assim, como no espaço praticamente não têm forças atuando, a sonda mantém uma velocidade constante mesmo após o desligamento dos propulsores.*
- b) Isso só foi possível no caso de sondas espaciais lançadas em direção aos planetas gigantes, Júpiter e Saturno, pois a forte atração gravitacional deles atrai as sondas, não sendo necessário impulsioná-las com seus propulsores e assim economizando combustível.
- c) Na verdade elas são empurradas para fora do Sistema Solar pela radiação emitida pelo Sol. Caso estivessem viajando na direção do Sol necessitariam dos propulsores ligados o tempo todo para manter-se em movimento.

d) Isso só foi possível porque as sondas são extremamente leves de forma a flutuar no espaço. Caso fossem naves pesadas seria necessário manter os propulsores ligados o tempo todo para manter a velocidade constante delas.

Questão 6: Uma pessoa, numa atitude imprudente, chutou uma parede com força e sentiu uma intensa dor em seu pé. Assinale a alternativa abaixo que melhor descreve esse acontecimento.

- a) *Ao chutar a parede, a pessoa aplica uma força sobre ela e ao mesmo tempo o pé receberá da parede uma força de mesma intensidade, mesma direção e de sentido oposto.*
- b) *Ao chutar a parede, a pessoa aplica uma força sobre ela e ao mesmo tempo o pé receberá da parede uma força de intensidade maior e de sentido oposto, pelo fato de a parede ser muito dura.*
- c) *Ao chutar a parede, o seu pé dói não pelo fato de a parede fazer uma força nele, mas sim somente pelo fato de a parede ser rígida e reagir com uma força menor no seu pé.*
- d) *A dor, sendo um fenômeno biológico, não é um acontecimento que pode ser explicado pelas leis da Física, pois as forças que a pessoa faz na parede e a força que a parede faz no pé se anulam.*

Questão 7: Considere uma pessoa que está em repouso em pé sobre uma superfície horizontal. Em relação às forças que atuam sobre a pessoa é correto afirmar:

- a) *A força gravitacional e a força que a superfície faz na pessoa atuam ambas para baixo mantendo-a no solo.*
- b) *A única força que atua na pessoa é a força gravitacional entre a Terra e ela.*
- c) *Temos as forças peso e gravitacional apontando para baixo e a força normal para cima.*
- d) *Somente atuam a força peso apontando para baixo e a força normal apontando para cima.*

Questão 8: Considere uma pessoa que está em repouso em pé sobre uma superfície horizontal. Em relação às forças que atuam sobre a pessoa é correto dizer que alguma dessas forças é uma reação à outra força?

- a) *Não, pois todas as forças atuam no mesmo sentido.*
- b) *Não, pois as forças peso e normal, apesar de se anularem neste caso não são ação e reação.*
- c) *Sim, a força normal é uma reação à força peso pois as duas tem a mesma intensidade.*
- d) *Sim, pois a força gravitacional é uma reação à força normal.*

Apêndice 2 – Questionário da Etapa 2

1) Você é um passageiro em um carro e, imprudentemente, não está usando o cinto de segurança. Sem variar o módulo da velocidade, o carro faz uma curva fechada para a esquerda e você se choca contra a porta do lado direito do carro. Considere as seguintes análises da situação e assinale a correta:

- a) *A força que encurva o carro para a esquerda age em você de modo contrário empurrando-o para a direita contra a porta.*
- b) *Em todo movimento curvilíneo temos a força centrífuga apontando para fora da curva feita.*
- c) *Devido ao princípio da inércia, você tem a tendência de permanecer no movimento em linha reta e assim se o carro faz a curva para a esquerda você tende a ser projetado para a direita.*

2) Um veículo segue em uma estrada horizontal retilínea e seu velocímetro registra velocidade de constante. Assinale a

alternativa correta.

- a) *A resultante das forças que atuam sobre o veículo é nula.*
- b) Não há nenhuma força atuando no veículo.
- c) Para manter o veículo em movimento a resultante das forças deve ser exatamente igual a força realizada pelo motor

3) Considere a tirinha mostrada na Figura 17 a seguir. Supondo que o sistema se encontra em equilíbrio, é correto afirmar que de acordo com a 3ª Lei de Newton:

- a) A força que a Mônica exerce sobre a corda e a força que os meninos exercem sobre a corda formam um par ação-reação.
- b) A força que a Mônica exerce sobre o chão e a força que a corda faz sobre a Mônica formam um par ação-reação.
- c) *A força que a Mônica exerce sobre a corda e a força que a corda faz sobre a Mônica formam um par ação-reação.*
- d) A força que a Mônica exerce sobre a corda e a força que os meninos exercem sobre o chão formam um par ação-reação.



Figura 17: Tirinha do quadrinho Turma da Mônica.

Fonte: <https://foconoenem.com/wp-content/uploads/2020/09/Leis-de-Newton.pdf>.

Apêndice 3 – Questionário da Estação 1 da Etapa 3

1) Com a balão vazio, aplique uma força de pequena intensidade (pequenos petelecos) no disco flutuante e analise o trecho percorrido pelo disco. Assinale a alternativa correta:

- a) *O disco flutuante vazio deslocou pequena distância.*
- b) O disco flutuante vazio deslocou grande distância.
- c) O disco flutuante vazio não deslocou.
- d) O disco flutuante vazio foi acelerado aumentando sua velocidade.

2) Agora encha o balão com ar e aplique uma força de pequena intensidade (pequenos petelecos). Baseado nas Leis de Newton, o que acontece com o disco flutuante?

- a) Quando o ar é liberado aumenta a distância percorrida e o atrito entre o disco e a superfície em que ele desliza.
- b) *Quando liberado, o ar contido no balão sai pela parte de baixo do disco e permite um aumento da distância percorrida, tal que o disco em movimento tende a permanecer em movimento, como diz a Primeira Lei de Newton.*
- c) Quando o ar é liberado diminui a distância percorrida e o atrito entre o disco e a superfície em que ele desliza.

d) Quando liberado, o ar contido no balão sai pela parte de baixo do disco e permite um aumento da distância percorrida, de forma que o disco em movimento tende a permanecer em movimento aumentando sua velocidade.

3) Qual é a influência que o atrito exerce sobre o movimento do disco nos dois casos que analisou com o balão inicialmente vazio e depois cheio de ar?

a) *Com balão vazio aumenta o atrito e o balão cheio diminui o atrito com a superfície.*

b) Com balão vazio diminui o atrito e o balão cheio aumenta o atrito com a superfície.

c) O balão vazio ou o balão cheio não interfere o atrito com a superfície.

d) Nas duas situações, balão cheio e balão vazio, o atrito aumenta com a superfície.

4) Agora vamos comparar a situação em que você realizou o experimento com o balão vazio e a situação que você realizou com o balão cheio. Qual foi a diferença nas duas situações?

a) Com o balão vazio ou o balão cheio o deslocamento na superfície foi mesmo.

b) Com o balão cheio, o disco deslocou menor distância em relação ao balão vazio que o disco deslocou grande distância.

c) *Com o balão vazio, o disco deslocou pequena distância por causa do atrito, já o balão cheio o disco deslocou grande distância devido à diminuição do atrito com a superfície.*

d) Com o balão vazio ou o balão cheio não houve deslocamento na superfície pelo disco.

Apêndice 4 – Texto 1 e Questionário sobre as Sondas Voyager 1 e 2 usados na Estação 3 da Etapa 3

Você conhece sondas espaciais? Então, te apresento a sonda espacial Voyager 1, na Figura 18:



Figura 18: Imagem da Voyager 1.

Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Voyager_1.

A Voyager 1 é uma sonda espacial norte-americana lançada ao espaço em 5 de setembro de 1977 para estudar os planetas gasosos Júpiter e Saturno, prosseguindo posteriormente para estudar o espaço interestelar. A Figura 19 mostra a distância percorrida pela Voyager 1 até 2012, em relação às escalas das órbitas dos planetas exteriores e do planeta anão Plutão.



Figura 19: Trajetória e a posição da sonda Voyager 1 no Sistema Solar em 8/02/2012.

Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Voyager_1.

Segundo uma informação oficialmente confirmada pela NASA, no dia 12 de setembro de 2013, essa sonda foi a primeira a atravessar a Heliopausa, considerada a fronteira do Sistema Solar e a entrar no espaço interestelar (espaço entre as estrelas). Atualmente, essa sonda está a 146 UA (Unidade Astronômica) da Terra, sendo 1UA = 149600000 km a distância média entre o Sol e a Terra.

O Programa Voyager consistiu no desenvolvimento de duas sondas de exploração interplanetária. A Voyager 2, mostrada na Figura 20, foi lançada pouco tempo antes da Voyager 1, em 20 de agosto de 1977. A missão da Voyager 2 foi viajar até os quatro planetas gasosos, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno, e depois seguir também para o espaço interestelar. Ambas as sondas ainda transmitem sinais para a Terra a quase 43 anos, desde 1977, graças ao gerador termoelétrico de radioisótopos que possuem, que transforma energia nuclear em energia elétrica e possui alta longevidade.

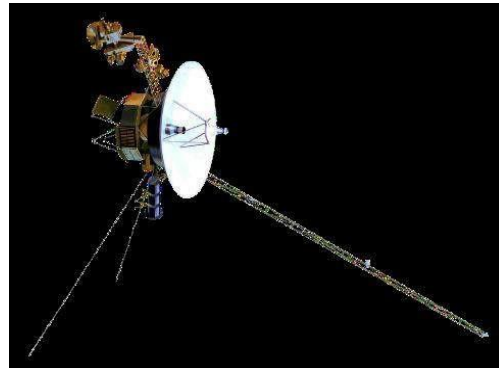


Figura 20: foto da Voyager 2.

Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Voyager_2.

A Voyager 2 é o segundo objeto artificial mais distante da Terra e atualmente está a cerca de 120,4 UA da Terra e também já saiu do Sistema solar, atravessando a Heliopausa em novembro de 2018. A Figura 21 mostra, de forma simbólica e fora de escala, as duas sondas, os planetas, a Heliosfera, a Heliopausa e a Nuvem de Oort.

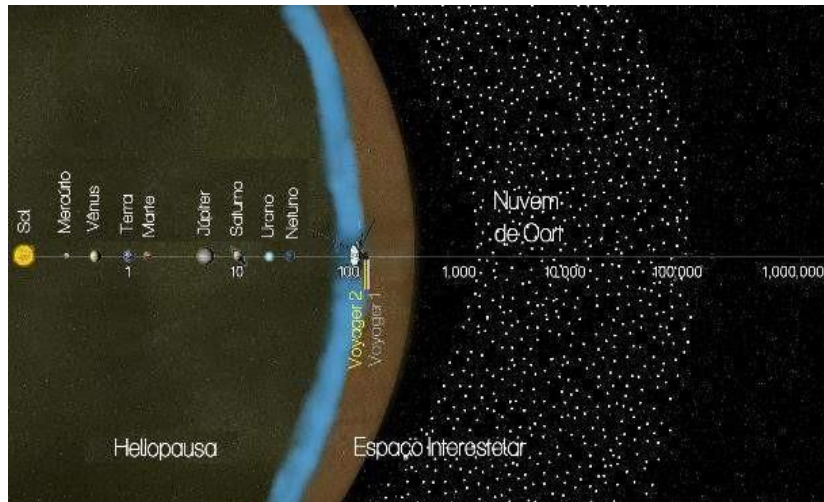


Figura 21: Imagem mostrando a Heliosfera, a Heliopausa, as sondas Voyager 1 e 2 e a Nuvem de Oort, com a distância mostrada em UA.

Imagem: NASA/JPL-Caltech. Adaptada pelo autor.

Fonte: <https://www.jpl.nasa.gov/spaceimages/?search=voyager+2&category=#submit>.

A Heliosfera é uma região que se estende do Sol até cerca de 120 UA dele e que forma uma bolha de gás ou plasma emitido pelo Sol através do vento solar. A Heliopausa é a fronteira dessa região com o meio interestelar, além da qual a quantidade de partículas do vento interestelar aumenta e do vento solar diminui. A Nuvem de Oort é uma região esférica, que envolve o Sol, formada por milhões de cometas e que se estende até aproximadamente 1 ano-luz ou 50000 UA, sendo 1 ano-luz a distância que a luz percorre em 1 ano. Essa nuvem está muito distante do Sol, a cerca de um quarto de distância até a estrela mais próxima, denominada de Próxima Centauri, que está a 4,2 anos-luz do Sol. As distâncias são tão imensas que as sondas levarão cerca de 300 anos para atingir a borda interna da Nuvem de Oort e possivelmente cerca de 30.000 anos para voar além dela e mesmo assim ainda não alcançarão as outras estrelas.

Durante a missão da Voyager 1 em Júpiter de janeiro a abril de 1979, várias descobertas importantes foram feitas sobre suas inúmeras luas, seu cinturão de radiação e seu sistema de anéis. A sonda fez sua máxima aproximação em 5 de março de 1979, enquanto a Voyager 2 chegou no ponto mais próximo de Júpiter em 9 de julho do mesmo ano. Foram enviadas fotos que mostram a turbulenta e complexa atmosfera de Júpiter, que possui uma tempestade gigante com diâmetro três vezes maior que o da Terra, denominada de Grande Mancha Vermelha, já conhecida dos astrônomos desde 1665.

Uma das descobertas mais surpreendentes foi a atividade vulcânica na lua Io, a mais interna das quatro principais luas de Júpiter. Em Io foram encontrados nove vulcões ativos em erupção e quatro meses depois, a Voyager 2 descobriu que oito deles ainda estavam ativos. Para grande surpresa de todos, um anel fino e empoeirado também foi descoberto em torno de Júpiter.

Em Saturno as sondas confirmaram que seus anéis são constituídos essencialmente por uma mistura de gelo, poeira e material rochoso, tendo espessuras que não ultrapassam 1,5 km. A Voyager 1 descobriu três novos satélites naturais que foram denominados de Atlas, Prometeu e Pandora, estando os dois últimos bem próximos do anel, tendo ambos diâmetros de cerca de 80 km de extensão. Saturno é o planeta do Sistema Solar com o maior número de luas ou satélites naturais (82 luas).

Antes de sair do Sistema Solar a Voyager 2 ainda passou por Urano e Netuno, registrando muitas fotos e descobertas. Após a sua missão planetária, a Voyager 1 iniciou a fase de exploração das fronteiras do Sistema Solar denominada Voyager Interstellar Mission (VIM), que propõe o estudo da Heliosfera e da Heliopausa. Os cientistas esperavam que a comunicação com a sonda se perdesse por volta da década de 2020. Contudo ambas as Voyagers estão agora indo para a fronteira externa do Sistema Solar, talvez mandando informações por algum tempo ainda.

Referências:

<http://astro.if.ufrgs.br/solar/voyager.htm>

https://pt.wikipedia.org/wiki/Voyager_1.

1) Qual foi a missão principal da sonda espacial Voyager 1?

- a) Estudar somente os planetas mais distantes do Sistema Solar Urano e Netuno e depois o espaço interestelar.
- b) Estudar o cinturão de asteroides situado entre as órbitas de Marte e Júpiter.
- c) Estudar somente os planetas rochosos Marte, Vênus e Mercúrio.
- d) *Estudar os planetas gasosos Júpiter e Saturno e em seguida o espaço interestelar.*

2) As sondas espaciais Voyager 1 e Voyager 2 realizaram várias descobertas importantes em Júpiter. Dentre as alternativas abaixo assinale a única correta sobre essas descobertas.

- a) As sondas descobriram as quatro grandes luas de Júpiter Europa, Ganimedes, Calixto e Io até então desconhecidas.
- b) As sondas descobriram uma grande mancha vermelha em Júpiter maior do que a Terra.
- c) *As sondas descobriram atividade vulcânica na Lua Io e um anel fino e empoeirado ao redor de Júpiter.*
- d) As sondas descobriram que o planeta Júpiter possui um oceano de água líquida.

3) Qual é a fonte de energia das sondas Voyager 1 e 2?

- a) Visto que no vácuo do espaço não existe resistência do ar, elas não utilizaram fonte nenhuma de energia além da propulsão inicial necessária para lançá-las a partir da Terra.
- b) *Por estarem longe do Sol e não poderem captar energia solar em quantidade suficiente, elas utilizaram um gerador termoelétrico de radioisótopos, que transforma energia nuclear em energia elétrica.*
- c) Pelo fato de viajarem para uma região longe do Sol essas sondas utilizaram combustíveis fósseis.
- d) Pelo fato de viajarem para uma região próxima do Sol essas sondas utilizaram energia solar.

4) Como as sondas espaciais podem viajar no espaço por tantos anos sem precisar ligar seus propulsores?

- a) Isso só foi possível pois essas sondas foram lançadas em direção aos planetas gigantes Júpiter e Saturno, que devido a sua imensa gravidade atraíram essas sondas.
- b) Como elas viajaram na direção oposta do Sol, elas foram empurradas para fora do Sistema Solar pela radiação do vento solar emitida pelo Sol.
- c) Pelo fato de serem feitas de aço, essas sondas foram atraídas pelos intensos campos magnéticos dos planetas Júpiter e Saturno.
- d) *No espaço interplanetário e interestelar não há forças de resistência e a força resultante na sonda é praticamente nula, de tal forma que ela se move devido à sua inércia e ao impulso inicial.*

5) Geralmente quando as sondas espaciais se aproximam dos planetas é necessário fazer correções de rotas para conseguir tirar melhores fotos ou impedir que a sonda se perca no espaço ou que sejam atraídas e caiam no planeta. Explique, baseado nas leis da Física, como as sondas pode executar essas manobras no vácuo do espaço?

- a) Em concordância com a segunda Lei de Newton, a força gravitacional do planeta, do qual ela se aproxima, gera uma aceleração inversamente proporcional a sua massa e desta forma as manobras são realizadas.
- b) Em concordância com a primeira Lei de Newton, a toda ação existe uma reação de igual intensidade, mesma direção e mesmo sentido. Assim, nessas manobras as sondas ejetam materiais gasosos, realizando os movimentos.
- c) *Em concordância com a terceira Lei de Newton, a toda ação existe uma reação de igual intensidade, mesma direção*

e sentido oposto. Assim, nessas manobras, as sondas ejetam materiais gasosos num sentido e se deslocando no sentido oposto.

d) Pela Lei da ação e reação a nave só consegue realizar manobras quando se move dentro de um meio externo e assim, ao se aproximar do planeta e entrar em sua atmosfera, ela pode acionar seus propulsores e realizar as correções de rota.

Apêndice 5 – Questões da Etapa 5

1) Analisando as 3 imagens mostradas na Figura 22, a seguir, assinale a alternativa correta, sabendo-se que na 1ª imagem nada acontece ao passageiro, na 2ª imagem ele é pressionado contra a poltrona e na 3ª imagem ele cai para frente.

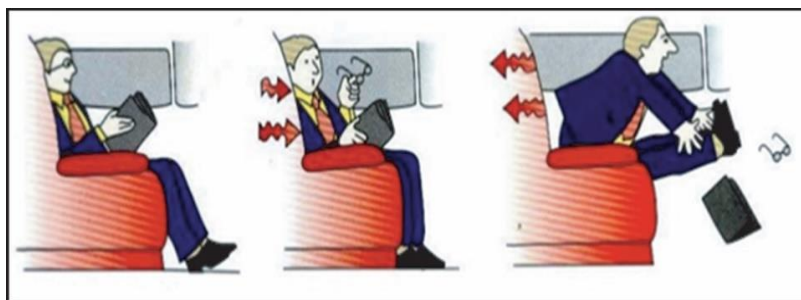


Figura 22: Três situações de um passageiro dentro de um avião. Na 1ª nada acontece, na 2ª ele é pressionado contra a poltrona e na 3ª ele cai para frente.

Fonte: <https://www.deviantart.com.br/noticias/newton-e-as-segundas-feiras-o-que-eles-tem-em-comum/>.

- a) Na 1ª o avião com certeza ainda está em repouso no solo. Na 2ª o avião está acelerando e na 3ª ele está freando.
- b) Na 1ª o avião com certeza está em repouso ou possui velocidade constante, na 2ª o avião está acelerando e na 3ª uma força empurra o passageiro para frente.
- c) Na 1ª o avião com certeza está num estado de equilíbrio, na 2ª o avião está acelerando empurrando o passageiro para a frente e na 3ª, devido a inércia, o passageiro é projetado para frente quando o avião freia.
- d) Os desenhos não refletem a realidade uma vez que é impossível para uma pessoa dentro de um avião com as janelas fechadas perceber se o avião está ou não acelerando.

2) A Figura 23, a seguir, apresenta imagens de um teste de colisão realizado com bonecos em um carro. A foto A revela o momento exato da colisão do carro com o muro com velocidade $V = 56 \text{ km/h}$. As fotos B, C e D são imagens sequenciais da colisão. O motorista, que usa cinto de segurança, fica espremido entre o banco e o volante. A criança, que estava sentada no banco de trás, bate no para-brisa, quebrando-o e é arremessada para fora do carro. Com relação às Leis de Newton, podemos afirmar:

- a) Embora seja recomendado, não é necessário que os passageiros sentados na parte traseira do carro usem cinto de segurança pois, por estarem mais longe da região da colisão, não são afetados pela rápida mudança de velocidade do carro.
- b) Em razão da inércia, todos os passageiros do carro são “lançados para frente”, conforme se observa nas fotos B, C e D, e por essa razão, o uso do cinto de segurança é obrigatório a todos.
- c) O cinto de segurança contribui para reduzir a desaceleração abrupta do carro durante a colisão e por isso é obrigatório a todos.
- d) Nos carros modernos, o atrito entre o banco e os passageiros juntamente com o Airbag podem substituir a necessidade do cinto de segurança, sendo suficientes para impedir que eles sejam arremessados para frente.



Figura 23: Teste de colisão realizado com bonecos em um carro. A foto A revela o momento exato da colisão do carro com o muro e as fotos B, C e D são imagens sequenciais da colisão.

Fonte: <https://fisicaevestibular.com.br/novo/mecanica/dinamica/primeira-lei-de-newton-principio-da-inercia/exercicios-de-vestibulares-com-resolucao-comentada-sobre-principio-da-inercia-ou-primeira-lei-de-newton/>.

3) A partir da Figura 24, a seguir, podemos concluir que:

a) De acordo com a segunda lei de Newton a aceleração e a força resultante têm o mesmo sentido se o sistema estiver acelerando e sentidos opostos se o sistema estiver freando.

b) Se a força resultante em um sistema aumentar, a aceleração aumenta na mesma proporção.

c) A aceleração de um objeto é proporcional à força resultante atuando nele e é inversamente proporcional à massa dele, sendo este princípio definido como a primeira lei de Newton.

d) Dobrando a força resultante atuante em um objeto, a velocidade com que ele se desloca é imediatamente dobrada.

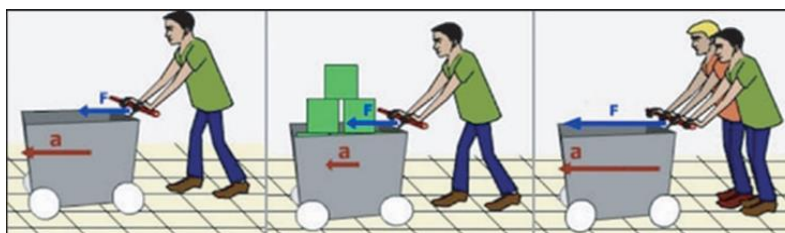


Figura 24: Vetores força aplicadas ao carrinho e aceleração do carrinho em três situações de acordo com a variação da massa e do número de pessoas empurrando.

Fonte: <https://propg.ufabc.edu.br/mnpf-sites/leis-de-conservacao/leis-de-newton/>, adaptada pelos autores (2023).

4) Um dos principais argumentos a favor do Sistema Geocêntrico de mundo (Terra em repouso no centro do Universo), defendido pelos aristotélicos, era de que se a Terra estivesse se movendo, seu movimento faria com que os corpos não presos à sua superfície, tais como as nuvens, os pássaros, e os corpos atirados para cima etc, ficariam para trás. E como isso não é observado, a Terra estaria em repouso. Qual, das alternativas a seguir, pode invalidar o raciocínio acima exposto?

a) As velocidades de rotação e translação da Terra são pequenas demais para esses efeitos citados acima serem notados, embora existam.

b) As velocidades de rotação da Terra em torno do seu eixo e de translação em torno do Sol são sempre opostas, tal que apesar de altas, tem seus efeitos cancelados.

c) Todas as coisas que estão na Terra, presas ou soltas de sua superfície, incluindo sua atmosfera, compartilham a mesma velocidade de rotação em torno do eixo e de translação em torno do Sol.

d) O efeito não é observado pois os ventos e a gravidade impedem que as nuvens, pássaros e objetos lançados ao ar sejam jogados no sentido oposto ao movimento da Terra.

5) Os planetas do Sistema Solar têm diâmetros, massas e densidades variadas, tal que as acelerações da gravidade em suas superfícies são, em geral, diferentes. Como consequência disso é correto afirmar:

- a) A massa de um objeto assume valor diferente se colocada em cada planeta.
- b) Apesar das acelerações da gravidade serem diferentes, o peso de um objeto será sempre o mesmo pois está relacionado à quantidade de matéria.
- c) A massa e o peso são os mesmos, mas a força gravitacional que atua no objeto assume valores diferentes.
- d) *A massa do objeto é uma constante e o peso, por ser uma força, está relacionado à aceleração da gravidade, sendo diferente em cada planeta.*

Apêndice 6 – Texto 2 sobre as Marés utilizado na Estação 1 da Etapa 6

Como se formam as marés? Seriam as marés provocadas por seres misteriosos que habitam o fundo dos mares? Realmente não. Mas como é então que os mares e oceanos enchem e esvaziam sem ninguém colocar mais água neles? A causa disso é a Lua e em menor escala o Sol. Mas como assim?

Foi o próprio Newton o primeiro a explicar convincentemente o fenômeno das marés e para isso ele usou a Lei da Gravitação Universal, também de sua autoria. Desta maneira, o Sol por ter uma imensa massa e a Lua por estar relativamente próxima da Terra, exercem forças gravitacionais diferentes em partes diversas da superfície terrestre. A lei da gravitação universal de Newton afirma que quaisquer dois corpos se atraem mutuamente com uma força diretamente proporcionais às suas massas e inversamente proporcionais ao quadrado da distância entre elas.

O efeito das marés surge exatamente pelo fato das forças gravitacionais do Sol e da Lua terem valores diferentes em partes da Terra que estão em distâncias diferentes deles. A região do nosso planeta que está mais próxima da Lua ou do Sol sofrerá uma força maior e com isso a parte líquida (oceanos) se aglomera formando um bojo (calombo) nessa região.

No lado oposto o que deverá acontecer? Acontecerá o mesmo porque nessa região a atração pela Lua ou do Sol será menor, o que provoca um pequeno afastamento da superfície do oceano em relação a ela. O efeito de maré ocorre também na crosta terrestre? Sim, mas em escala muito menor, pois apesar o manto não ser sólido a crosta terrestre se eleva apenas alguns centímetros enquanto os oceanos se elevam muitos metros.

Então isso quer dizer que sempre está havendo marés em alguma região da Terra? É verdade, no entanto, as marés são realmente muito maiores quando o Sol e a Lua estão "alinhados" pois ambos estão agindo juntos numa mesma região da Terra.

A seguir, segue uma descrição mais detalhada. As marés na Terra constituem um fenômeno resultante da atração gravitacional exercida pela Lua sobre a Terra e, em menor escala, da atração gravitacional exercida pelo Sol sobre a Terra. A ideia básica da maré provocada pela Lua, por exemplo, é que a atração gravitacional sentida por cada ponto da Terra devido à Lua depende da distância do ponto à Lua. Portanto, a atração gravitacional sentida no lado da Terra que está mais próximo da Lua é maior do que a sentida no centro da Terra, e a atração gravitacional sentida no lado da Terra que está mais distante da Lua é menor do que a sentida no centro da Terra. Assim, em relação ao centro da Terra, um lado está sendo puxado com uma força maior F_1 para a Lua e o outro lado está sendo puxado com uma força menor F_2 para a Lua (Figura 25), sendo $F_1 > F_2$.

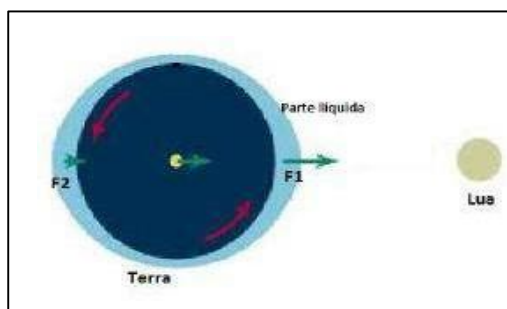


Figura 25: Formação dos bojos de maré no oceano na região mais próxima e mais distante da Lua. Figura fora de escala.
Fonte: adaptado de <http://www.riototal.com.br/astros/helga2005-10a.htm>.

As partes sólidas da Terra resistem mais à deformação (ver Figura 25), que se manifesta mais claramente nas grandes porções líquidas. Como a água flui muito facilmente, ela se aglomera em dois lados opostos da Terra, formando um bojo de água no lado mais próximo da Lua e outro no lado mais distante. O bojo ou calombo é definido como o acúmulo de água.

Enquanto a Terra gira no seu movimento diário de rotação a Lua orbita a Terra no mesmo sentido dessa rotação, de forma que o dia lunar é de 24 h 48 minutos. Assim, após 6h e 12 min, a posição do bojo (maré alta) terá girado 90 graus e o local onde a maré era alta se torna maré baixa e vice-versa, pois o bojo de água continua sempre apontando aproximadamente na direção da Lua (Figura 26).

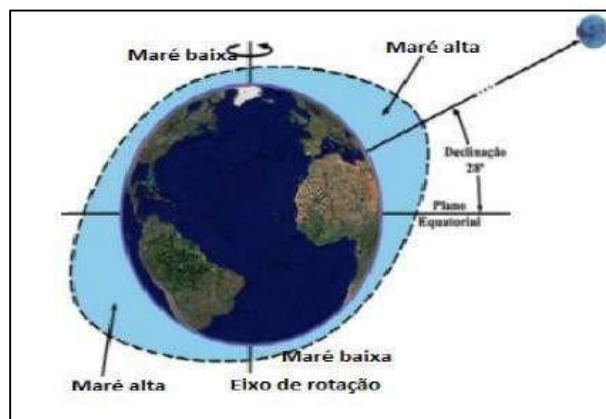


Figura 26: Alternância das marés alta e baixa devido ao movimento de rotação da Terra. Observe que a órbita da Lua tem uma inclinação de aproximadamente 28 graus em relação ao equador terrestre.

Fonte: <https://www.aprh.pt/rgci/glossario/mare.html>, adaptado pelos autores (2023).

Após mais 6h e 12 min, o mesmo ponto da Terra terá girado 180° em relação à Lua, e terá maré alta novamente. Portanto, as marés altas acontecem duas vezes ao dia, separadas de aproximadamente 12 h 24 min, no mesmo ponto da Terra.

Os efeitos das marés lunar e solar combinam-se de forma que a intensidade da maré resultante depende da elongação da Lua (Figura 27). A elongação da Lua é o ângulo entre ela e o Sol quando observado da Terra e está relacionada com as fases da Lua. Na Lua Nova e na Lua Cheia, as duas forças se somam e produzem as marés cheias mais altas e marés baixas mais baixas (são chamadas marés de sizígia, ou marés “vivas”). Na Lua Quarto Crescente e Quarto Minguante os efeitos das marés se subtraem produzindo marés menores (Maré de Quadratura ou Marés Mortas).

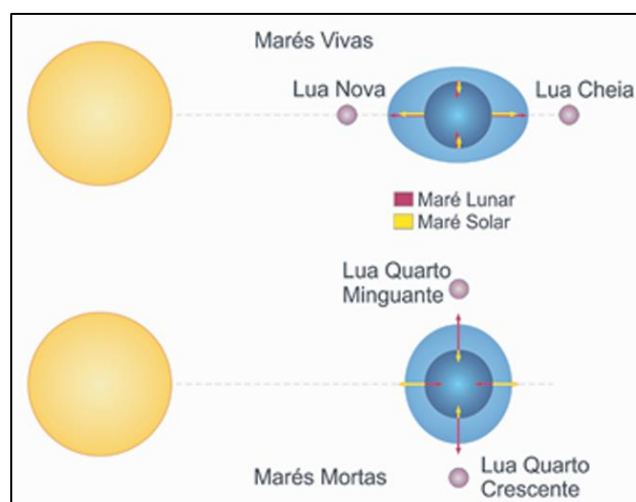


Figura 27: Quando a Lua está em conjunção (Lua Nova) ou oposição (Lua Cheia), as forças de maré da Lua (setinhas vermelhas) e do Sol (setinhas amarelas) estão no mesmo sentido, de forma que a maré resultante é mais intensa (marés vivas). Quando a Lua está em quadratura (Quarto Crescente ou Quarto Minguante), as forças de maré da Lua e do Sol

estão em sentidos contrários, e a maré resultante é atenuada (marés mortas).

Fonte: <http://www.if.ufrgs.br/fis02001/aulas/aulafordif.htm>.

As marés são originadas pelas forças gravitacionais diferenciais da Lua e do Sol na Terra, sendo que a da Lua tem o dobro da intensidade da do Sol. A atração gravitacional percebida pelo lado da Terra mais próximo da Lua é maior do que a percebida no centro da Terra. Em relação ao centro da Terra, um lado está sendo puxado no sentido da Lua e o outro lado está sendo puxado no sentido contrário. A água se acumula nesses dois lados opostos da Terra.

O ciclo das marés segue o dia lunar, que tem duração de 24h 48min. Como os bojos de maré se formam simultaneamente em dois pontos diametralmente opostos da Terra, no mesmo ponto acontecem duas marés altas por dia, separadas de 12h24min.

Questionário da Estação 1 da Etapa 6

1) Qual das alternativas abaixo descreve melhor o fenômeno das marés na Terra?

- a) Fenômeno que ocorre devido ao movimento de rotação diário da Terra em torno de seu eixo.
- b) *Fenômeno resultante da atração gravitacional exercida pela Lua sobre a Terra e, em menor escala, da atração gravitacional exercida pelo Sol sobre a Terra.*
- c) Fenômeno que ocorre predominantemente em razão da atração gravitacional do Sol sobre a Terra.
- d) Fenômeno que ocorre somente em razão da atração gravitacional da Lua sobre a Terra.

2) Como que as diferentes fases da Lua interferem nas marés?

- a) Visto que a causa das marés não é a Lua, não há nenhuma interferência.
- b) Na Lua Quarto Crescente e Quarto Minguante não ocorre o fenômeno das marés visto que as atrações do Sol e da Lua sobre a Terra se anulam completamente. Nas outras fases temos marés normais.
- c) Na Lua Nova a maré é máxima pois o Sol e a Lua estão do mesmo lado da Terra e suas atrações gravitacionais se somam. Já na Lua cheia a maré é mínima pois o Sol e a Lua estão em lados opostos da Terra e suas atrações gravitacionais se anulam. Nas outras fases temos marés intermediárias.
- d) *Na Lua Nova e na Lua Cheia, ocorre um alinhamento entre as posições do Sol, da Terra e da Lua e assim os efeitos das marés desses astros se somam, produzindo marés mais altas na Terra. Nas outras fases lunares as marés são menores.*

Apêndice 7 – Questionário usado na Estação 2 da Etapa 6

1) Após a abertura do balão você observou que se iniciou um movimento. Assinale a alternativa que descreve corretamente o que aconteceu:

- a) O ar comprimido dentro do balão saiu por trás e empurrou o balão-foguete no mesmo sentido para trás.
- b) O ar entrou dentro do balão puxando o balão-foguete no sentido oposto.
- c) O ar comprimido, por ser muito leve, não conseguiu empurrar o balão foguete que é mais pesado e o movimento só ocorreu porque o barbante se encontrava inclinado para baixo.
- d) *O ar comprimido dentro do balão saiu por trás e empurrou o balão-foguete no sentido oposto para frente.*

2) Agora vamos tentar explicar porque o movimento do balão-foguete aconteceu. Qual das alternativas abaixo explica corretamente o fenômeno?

- a) A medida que o ar comprimido vai saindo do balão-foguete, ele vai ficando mais leve e a gravidade o puxa no sentido oposto, pois o barbante está ligeiramente inclinado para baixo.
- b) De acordo com a Lei da ação e reação de Newton as forças sempre ocorrem aos pares e são proporcionais às massas onde atuam. Assim, a força que empurra o balão-foguete é maior do que a força que atua no ar comprimido, gerando o deslocamento.
- c) *De acordo com a Lei da ação e reação de Newton uma força é sempre acompanhada de uma reação oposta. Assim, o*

balão-foguete empurra o ar comprimido para trás e este empurra o balão-foguete no sentido oposto para frente com uma força de mesma intensidade.

d) O fenômeno é explicado pela Lei da ação e reação de Newton. Assim o balão-foguete empurra o ar comprimido e este empurra o balão-foguete no sentido oposto com a mesma aceleração.

3) Qual a importância de construir, realizar e investigar o experimento do balão-foguete?

a) Demonstrar que um corpo permanece necessariamente em seu estado de repouso a menos que atue sobre ele uma força resultante não nula, ilustrando assim a Lei da Inércia.

b) *Demonstrar que é possível gerar movimentos de partes de um sistema somente com a ação de forças internas que atuam entre essas partes, ilustrando assim a lei da ação e reação.*

c) Demonstrar que as forças internas que agem em sistemas, como por exemplo as forças entre o ar comprimido e o balão-foguete sempre se anulam e nunca conseguem gerar movimento, demonstrando assim a Lei da ação e reação.

d) Demonstrar que os gases seguem leis diferentes dos objetos sólidos e assim para eles não podemos usar as leis de Newton.

4) Vamos agora tentar descobrir outros fenômenos que podem ser explicados pelos mesmos princípios físicos da Lei da Ação e Reação de Newton (3ª Lei). Assinale abaixo o fenômeno que **não tem uma explicação semelhante** à dada para o movimento do balão-foguete.

a) Um foguete se deslocando de forma acelerada no vácuo do espaço.

b) O recuo ou “coice” de uma arma ao ser disparada por uma pessoa.

c) Um patinador sobre o gelo arremessando um objeto pesado numa direção com suas mãos.

d) *Um balão sem furos e cheio de ar quente subindo.*

5) Vamos tentar usar o que você aprendeu para comparar o voo dos aviões e dos foguetes. Assinale abaixo a alternativa correta:

a) São semelhantes pois ambos somente podem se deslocar no ambiente onde tem atmosfera para dar sustentação ao voo.
b) São semelhantes pois ambos podem se deslocar em ambientes sem atmosfera pois são baseados na Lei da ação e reação de Newton.

c) *Os foguetes podem se deslocar no espaço pois levam consigo todo combustível e materiais que utilizam na propulsão, enquanto os aviões necessitam da sustentação do ar atmosférico e do oxigênio para a combustão em seus propulsores e, portanto, não podem se deslocar no espaço.*

d) Não há semelhança nenhuma entre os dois voos uma vez que o avião só consegue voar porque é menos denso que o ar enquanto o foguete pode voar no vácuo.

Apêndice 8 – Questionário da Etapa 7

1) De acordo com a 3ª Lei de Newton as forças que a Terra faz na Lua e que a Lua faz na Terra formam um par ação e reação. A interação gravitacional entre a Terra e a Lua é mostrada na Figura 28.

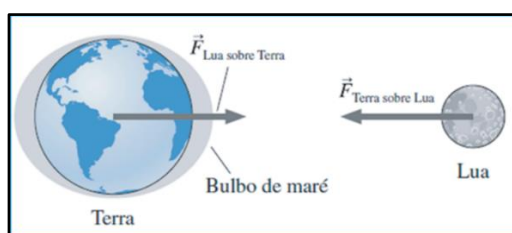


Figura 28: Força gravitacional entre a Lua e a Terra e o efeito de maré causada pela Lua na Terra.

Fonte: Randall Knight, vol. 1, 2. Ed.

A respeito desse fenômeno é correto afirmar:

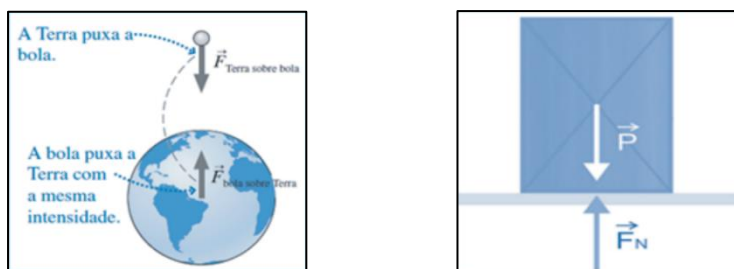
a) *O centro de massa do Sistema Terra-Lua não se altera devido a atração gravitacional mútua entre os dois objetos e assim tanto a Terra como a Lua orbitam em torno dele.*

b) Apesar da atração mútua a colisão da Lua com a Terra não ocorre devido ao movimento circular de rotação da Lua em torno da Terra, que permanece fixa no centro.

c) O bulbo de maré é causado pelo fato de um lado da Terra estar mais próximo da Lua e ser mais fortemente atraído pela força gravitacional, porém o bulbo do lado mais distante ainda permanece sem explicação.

d) Por serem opostas e de mesma intensidade as forças se anulam impedindo que a Terra e a Lua colidam.

2) As Figuras 29a e 29b apresentam, respectivamente, um objeto caindo na Terra e um objeto em repouso em sua superfície. Qual alternativa descreve corretamente as relações entre as forças e suas consequências?



Figuras 29a e 29b: À esquerda um objeto sendo atraído pela Terra e caindo nela. À direita um objeto em repouso sobre a superfície da Terra.

Fonte: Randall Knight, vol. 1, 2. ed.

a) Na Figura 29b o peso do objeto (P) e a força normal (F) se anulam mantendo o objeto em repouso e elas formam um par ação e reação de acordo com a 3ª Lei de Newton.

b) A força gravitacional que a Terra faz no objeto na Figura 29a e o Peso do objeto na Figura 29b são duas forças de naturezas completamente diferentes.

c) Na Figura 29a, a força que a Terra faz na bola possui uma reação que é a força que a bola faz na Terra. Já na Figura 29b, pelo fato de o objeto estar em repouso na superfície, a força peso não possui uma reação.

d) Na Figura 29a a força que a bola faz na Terra gera necessariamente uma aceleração para cima na Terra, que embora seja extremamente pequena e imperceptível, de fato existe.

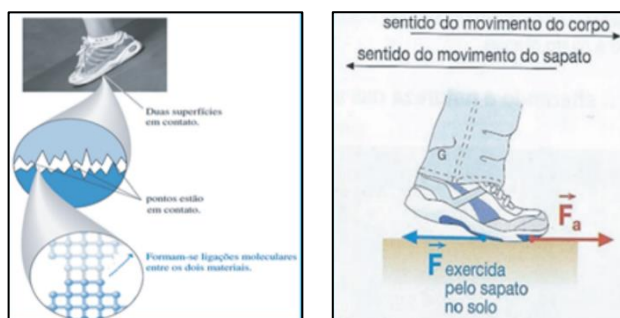
3) Um simples ato de caminhar ilustra bem a aplicação das Leis de Newton. Nas Figuras 30a e 30b vemos que o atrito entre o tênis e o piso se deve às irregularidades entre suas superfícies. Das alternativas abaixo assinale a incorreta:

a) A força que o tênis faz no solo (F_e) e a força que o solo faz no tênis (F_a) são forças de atrito estáticas que formam um par ação e reação de acordo com a 3ª Lei de Newton.

b) A pessoa só consegue andar devido a um impulso inicial pois as forças F_e e F_a se anulam por terem a mesma intensidade, mesma direção e sentidos opostos.

c) Caso o atrito entre o tênis e o solo fosse nulo seria totalmente impossível o ato de caminhar.

d) O ato de andar só é possível devido ao atrito estático existente entre o tênis e o solo gerado pelas irregularidades das superfícies, pois de fato é a força de atrito que o piso faz na pessoa F_a que a impulsiona em um sentido.



Figuras 30a e 30b: À esquerda, o par ação e reação de forças entre o pé o solo ao andar. À direita, uma “ampliação” das irregularidades que causam o atrito.

Fonte: <http://maguimalona.blogspot.com/2011/06/conseguiriamos-andar-sem-forca-do.html>. /Randall Knight, v1, 2 ed.

4) Um nadador, conforme mostrado na Figura 31, a seguir, imprime uma força (F_1) na água com as mãos, trazendo-a na direção de seu tórax. A água, por sua vez, imprime uma força (F_2) no nadador para frente.

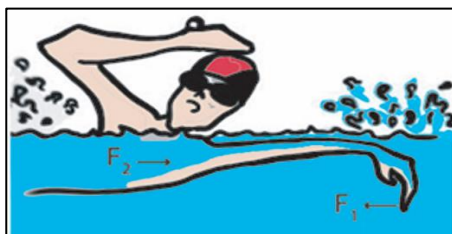


Figura 31: O movimento das mãos de um nadador ao nadar.

Fonte: <https://s2.static.brasilecola.uol.com.br/img/2017/02/nadador.jpg>.

Assinale, a seguir, a alternativa correta.

- a) Esse princípio obedece à Lei da Inércia, uma vez que o nadador permanece em seu estado de movimento.
 - b) O nadador puxa a água com uma força e a água o empurra com uma força maior ($F_2 > F_1$) e de acordo com a Segunda Lei de Newton, uma força resultante acelerará o nadador.
 - c) Obedecendo à Lei da Ação e Reação, o nadador imprime uma força na água e esta, por sua vez, empurra-o para frente.
 - d) Na verdade, é o próprio nadador que puxa seu corpo, aplicando uma força nele próprio para se movimentar sobre a água.
- 5) Após a cobrança de uma falta em um jogo de futebol, a bola chutada acerta violentamente o rosto de um zagueiro. A Figura 32, a seguir, apresenta o instante em que a bola se encontra muito deformada devido às forças trocadas entre ela e o rosto do jogador.



Figura 32: Colisão violenta de uma bola com o rosto de um jogador de futebol

Fonte: <https://static.mundoeducacao.bol.uol.com.br/mundoeducacao/conteudo/bola-rosto.jpg>.

A respeito dessa situação, qual é a afirmativa correta?

- a) A força aplicada pela bola no rosto e a força aplicada pelo rosto na bola têm direções iguais, sentidos opostos e intensidades iguais.
- b) A força aplicada pelo rosto na bola é mais intensa do que a força aplicada pela bola no rosto, uma vez que a bola está mais deformada do que o rosto.
- c) A força aplicada pelo rosto na bola atua durante mais tempo do que a força aplicada pela bola no rosto, o que explica a inversão do sentido do movimento da bola.
- d) A força de reação aplicada pela bola no rosto é igual à força aplicada pela cabeça no pescoço do jogador, que surge como consequência do impacto.

6) A propulsão do foguete se dá quando as substâncias químicas são misturadas na válvula de ignição, entrando em processo de combustão, impulsionando foguete conforme mostrado na Figura 33, a seguir.



Figura 33: Ilustração sobre a propulsão de um foguete
 Fonte: <https://brainly.com.br/tarefa/41909062>.

Assinale, a seguir, a afirmativa correta.

- a) A combustão dos gases impulsiona o foguete e os gases ejetados em um mesmo sentido.
- b) *A força que os gases fazem no foguete (F_{12}) e a força que ejeta os gases (F_{21}), feita pelo foguete, constituem um par ação e reação.*
- c) Os foguetes funcionam de acordo com a 2ª Lei de Newton – Princípio Fundamental da Dinâmica e para serem acelerados precisam se apoiar na atmosfera.
- d) Comparando-se as forças concluímos que $F_{12} > F_{21}$, pois se forem iguais elas se anulam e o foguete não se desloca.