

MNPEF

Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



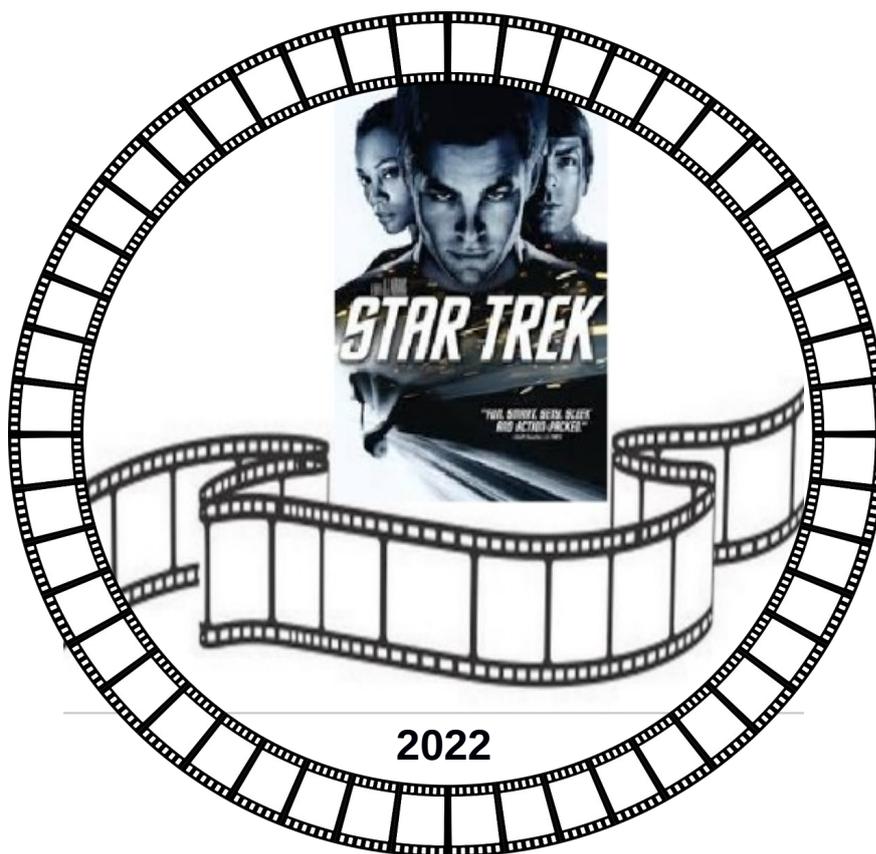
UNIVERSIDADE
FEDERAL DO PIAUÍ



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF

**UMA PROPOSTA DE APRENDIZAGEM DAS LEIS DE NEWTON:
UTILIZANDO O FILME DE STAR TREK (2009) COMO RECURSO POTENCIAL**

"EDUCAÇÃO LONGA E PRÓSPERA"



Produto Educacional apresentado à Coordenação do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física MNPEF – Polo 26 da Universidade Federal do Piauí (UFPI)
Ensino de Física no Ensino Fundamental

Orientador: Prof. Dr. Boniek Venceslau da Cruz Silva
Mestrando: Francisco de Assis Franklin Morais Moura

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Star Trek 1966 e Star Trek 2009 (créditos CBS).....	06
Figura 2: Capa da SD com imagem do DVD original.....	16
Figura 3: Sugestão de cenas do filme para análise em aula.....	22
Figura 4: Desenho do experimento 1 (créditos - UNESPBAURU).....	23
Figura 5: Professor orientando lançamento de foguetes garrafa PET.....	25
Figura 6: Aplicação em sala de aula do Jogo de Cartas (CMT-IV).....	26
Figura 7: Sistema de eliminatória na disputa entre as equipes.....	27
Figura 8-Mapas feitos por alunos do CMT-IV.....	28
Figura 9: Alunos do CMT-IV confeccionando miniaturas de naves SD.....	30
Figura 10: Exposição em feira de ciências das miniaturas de naves produzidas.....	30

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Resumo da Sequência Didática.....	17
Quadro 2 - Competências e Habilidades.....	18
Quadro 3 - Sugestão de formulário de pontuação durante as etapas.....	19
Quadro 4 - Questionário de Concepções Alternativas.....	20

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	04
1-Por que Star Trek – Jornada nas Estrelas (2009)?.....	05
2-Conhecendo um pouco sobre Isaac Newton.....	07
3-Fundamentos teóricos importantes para a sequência didática (SD).....	09
3.1-Aprendizagem Significativa de Ausubel.....	10
3.2-Mapas conceituais.....	11
3.3-O Cinema como recurso pedagógico.	12
3.4-Concepções Alternativas.....	13
3.5-De olho na BNCC.....	14
4-SEQUÊNCIA DIDÁTICA — “EDUCAÇÃO LONGA E PRÓSPERA”	16
4.0-Quadro Resumo:.....	17
4.1-Missão 1: Encantamento e Sondagem.....	18
4.2-Missão 2- Biografia de Isaac Newton.....	20
4.3-Missão 3-Assistir ao Filme Star Trek(2009).....	21
4.4-Missão 4-Aula expositiva sobre as Leis de Newton.....	22
4.5-Missão 5- Experimentos.....	23
4.6-Quiz em forma de jogo de cartas.....	25
4.7-Mapas conceituais.....	27
4.8-Missão 8- Construção de maquetes.....	28
4.9-Missão 9- Avaliação final.....	30
CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
REFERÊNCIAS.....	32
ANEXOS.....	33
Anexo 1 Biografia de Isaac Newton.....	33
Anexo 2 Material e procedimento experimento 2-Base e foguete de garrafa PET.....	35

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF
Orientador: Prof. Dr. Boniek Venceslau da Cruz Silva
Mestrando: Francisco de Assis Franklin Moraes Moura

**UMA PROPOSTA DE APRENDIZAGEM DAS LEIS DE NEWTON:
UTILIZANDO O FILME DE STAR TREK (2009) COMO RECURSO POTENCIAL**

APRESENTAÇÃO

Prezado colega de profissão, esta proposta não é uma receita de bolo, mas sim uma sugestão, em forma de passos, de como podemos desenvolver uma sequência de aulas com ideias que você poderá seguir rigorosamente — pois já foi testada — ou não, fazendo mudanças conforme sua experiência, criatividade e condições de trabalho, adaptando-a à sua realidade escolar.

O fato é que temos que reinventar nossos meios de ensino e aprendizagem ao mesmo tempo em que motivamos o alunado a gostar de ciência.

Como fazer o aprendiz gostar de ciência e aprender os fundamentos do fazer científico? Essas talvez sejam questões das mais difíceis, que sempre existiram e continuarão a nos desafiar enquanto professores de Ciências/Física. Buscamos responder a essa pergunta com este trabalho, criando uma sugestão viável que utilize o cinema e em especial a ficção científica como meio de despertar nos alunos a motivação fundamental para o aprendizado de ciências.

No item 3, Fundamentos teóricos importantes para a sequência didática, colocamos simplificadamente, a título de atualização, aspectos teóricos importantes para justificarmos o fazer pedagógico; além, claro, das opiniões pessoais dos autores.

Esta proposta de utilizar no processo de ensino e aprendizagem o filme Star Trek (2009) é consoante às unidades temáticas, competências e habilidades previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o último ano do Ensino Fundamental. Contudo, não é fator restritivo que este projeto se aplique ao Fundamental; ele pode ser adaptado e

estendido aos demais níveis da Educação Básica, e também para o ensino híbrido e para situações de ensino online.

Gostaríamos de ressaltar que esta sequência didática aqui sugerida é fruto do trabalho final de conclusão de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), em parceria com a Universidade Federal do Piauí (UFPI), orientado pelo Prof. Dr. Boniek Venceslau da Cruz Silva, e foi aplicado na Escola Militar Tiradentes IV, situada na cidade de Caxias-MA, com alunos do ensino fundamental durante o período da pandemia COVID-19.

1-Por que Star Trek – Jornada nas Estrelas (2009)?

Por que esse filme? Primeiro por ser de ficção científica, gênero capaz de nos proporcionar experiências imaginativas de realidades futurísticas; depois, por ser ele inovador em vários aspectos — na “previsão” de aparelhos de telefone portáteis como os celulares, por exemplo, que apareceram primeiro na série original de Star Trek como comunicadores; na utilização do que há de mais atual no campo da física teórica, da especulação científica, na feitura das tramas; etc.

Para René Descartes, a razão e a dúvida são o caminho para o conhecimento verdadeiro. É dele a frase célebre “penso, logo existo”. Parafraseando-o digo: “penso, logo vai existir!” Defendemos ser esse o fundamento das invenções consideradas complexas ou simples, como este projeto. Primeiro pensamos em algo, depois o fazemos existir. Perguntamos para encontrar uma resposta ou criar uma solução. Perguntar, criar hipóteses e depois testá-las — não seria esse o fundamento primordial para o fazer ciência?

Star Trek – Jornada nas Estrelas (2009) é uma refilmagem da franquia que deu origem a toda uma gama de sequências a partir da clássica série da televisão americana de 1966 criada por Gene Roddenberry, tendo como personagens principais o Capitão James T. Kirk, seu imediato Spock (um personagem que virou símbolo de pensamento racional e científico) e sua tripulação, dentro de uma nave espacial (USS Enterprise), sendo o espaço a fronteira final.

Na série clássica, nas derivadas e na referida refilmagem de 2009, há uma gama enorme de inovações ficcionais de tecnologias futuristas que despertam no espectador —no aluno, no nosso caso — curiosidade e encantamento, sempre por meio de situações altamente imaginativas e tramas instigantes.

Figura 1: Star trek 1966 e Star Trek 2009



(créditos CBS) Fonte: <https://www.milanoweekend.it/articoli/la-fisica-di-star-trek>

Há um personagem chefe de Engenharia, na série clássica e nesta refilmagem, chamado Scotty que inúmeras vezes fala **“mas eu não posso mudar as leis da Física, Capitão!”** Ressaltamos aqui que a física de Jornada nas estrelas muitas vezes vai além da realidade — há, por exemplo, teletransporte —, mas será que Isaac Newton e Albert Einstein não fizeram isso em suas próprias épocas? Será que em seus experimentos e investigações científicas inovadores sobre movimentos, ação e reação, eles não teriam pelo menos cogitado o teletransporte?

No livro *A Física de Jornada nas Estrelas* (Krause, 1996), na introdução feita por Stephen Hawking, há a seguinte frase: **“Restringir nossa atenção aos assuntos terrestres seria limitar o espírito humano”**. Uma frase interessante, pois nos ajuda a pensar que a imaginação navega a nível espiritual, que devemos transcender a matéria para poder evoluir. Será?

Não podemos deixar de ressaltar outros aspectos interessantes do filme, como o sociocultural, um traço presente na refilmagem e fiel ao projeto original criado por Gene Roddenberry, onde as diferenças sociais são colocadas como irrelevantes, não obstáculos para uma harmoniosa convivência.

Na análise fílmica das Leis de Newton aqui proposta, podemos incentivar o aluno num processo de ensino/aprendizagem a indagar, investigar e pensar em possibilidades, o que cremos ser algo que motiva os alunos a se interessarem pelo campo das ciências.

2-Conhecendo um pouco sobre Isaac Newton

Isaac Newton nasceu em uma pequena vila na cidade de Woolsthorpe em Lincolnshire, na Inglaterra, em 25 de Dezembro de 1642. É reconhecido como o inventor do cálculo por ter formulado a teoria da gravidade universal, considerada sua obra mais importante para a ciência física moderna. Também fez grandes descobertas em óptica. Tornou-se uma figura ilustre na Grã-Bretanha com a publicação de seu Principia em 1687, enraizando o “newtonianismo” na primeira década do século XVIII.

Ao escrever os Principia, Newton resumiu todo o trabalho realizado em 20 anos de estudos, recalculando, revendo o que anteriormente havia descoberto com a finalidade de coletar novos dados astronômicos. Provavelmente, sua intuição lhe dizia que Principia seria sua obra magna, a soma total de tudo que ele sabia ou era capaz de descobrir sobre o mundo natural.

O cálculo de Newton se baseia na noção de que quantidades e movimentos são dinâmicos e flutuantes e não definidos e imutáveis. De início Newton nomeou sua descoberta de “método matemático de fluxões”. Newton foi diretamente influenciado por Descartes, que aplicava a decomposição de vastos problemas em pequenas porções a fim de resolvê-los.

Newton adotou o método de Descartes, decompondo problemas em dinâmicas semelhantes a subida de degraus, um por vez; quanto maior for o número de degraus a serem escalados, mais decompostos serão os cálculos e mais precisos serão os resultados obtidos.

Por ter recebido forte oposição à sua teoria da gravidade, não ficou imediatamente conhecido nos demais continentes. Christiaan Huygens e Leibniz foram alguns desses opositores que contestaram a teoria da gravidade de Newton. Contudo, a oposição não impediu que a teoria da gravidade se tornasse cada vez mais substanciada, especialmente nos anos 1740 e 1750.

Newton era um cientista versátil e também se dedicou à química, história da civilização ocidental e teologia com especial atenção para o tema bíblico do Templo de Salomão em Jerusalém.

Quando ainda estudante em 1664, foi influenciado por publicações sobre óptica e luz dos físicos ingleses Robert Boyle e Robert Hooke, também pela matemática e física do filósofo e cientista francês René Descartes, passando a estudar profundamente a refração da luz por um prisma de vidro e desenvolvendo uma série de experiências cada vez mais refinadas e precisas que o levaram a descobertas matemáticas significativas sobre o fenômeno

da cor. Newton descobriu que a luz branca era um misto de raios coloridos com infinitas variações, definíveis pelo ângulo pelo qual é refratado o feixe luminoso ao entrar ou sair de certo meio transparente.

Ele relacionou a descoberta com seu estudo das cores de interferência de filmes finos (por bolhas de sabão). Seus estudos concluíram que os “corpúsculos” transparentes presentes nas superfícies dos corpos, interagem com a luz branca, refletindo de modo selecionado diferentes cores observadas nessas superfícies.

Ainda em óptica desenvolveu a teoria matemática do movimento circular uniforme, observando a relação entre o inverso do quadrado e a regra de Kepler, relacionando o quadrado dos períodos planetários para o cubo de sua distância média do sol. Em meados de 1666 Newton se notabilizou como principal matemático do mundo, especialmente por ter sido o primeiro a desenvolver uma gama de algoritmos simbolicamente determinantes e que agora chamamos de integrais e derivados.

De acordo com a história popularmente conhecida (ou lenda), foi ao observar uma maçã cair em seu pomar em algum momento durante 1665 ou 1666 que Newton concebeu que uma só era a força que governava os movimentos da lua e da maçã. Newton investigou a força necessária para manter a Lua em sua órbita em comparação com a força que puxa um objeto para o solo, investigou ainda a força centrípeta suficiente para estacionar uma pedra na funda e a interação entre a extensão de um pêndulo e o período de tempo de seu movimento.

A correspondência com Hooke (1679-1680) orientou Newton ao cálculo da trajetória de um corpo exposto a uma força central que varia de acordo com o quadrado inverso da distância; ele concluiu que era uma elipse, fazendo o resultado chegar ao conhecimento de Edmond Halley em Agosto de 1684. Halley ficou impressionado com os estudos de Newton, incentivando-o a publicar um breve tratado sobre mecânica e a escrever os Principia.

No Livro Principia, Newton ressalta a gravitação como força vital para controlar os movimentos dos corpos celestes. A causa da gravitação, contudo, não foi definida, mas cogitada como tendo sido originada pelos impactos de partículas invisíveis. Newton inaugura a teoria dos fluídos e tendo como ponto de partida a densidade do ar, ele discorre sobre a velocidade das ondas sonoras e a lei da gravitação em ação no universo.

Um importante legado de Isaac Newton foi a teoria do movimento dos corpos que mostrou ser possível prever o movimento de asteroides e o aparecimento das marés, tornando-

se um referencial da Física por formular equações matemáticas para a explicação de fenômenos naturais.

Reunidas, as três leis de Newton são usadas para descrever a dinâmica dos corpos, isto é, as causas que podem alterar seu estado de movimento. Em termos simples, as leis de Newton tratam de situações em que os corpos permanecem ou não em equilíbrio. Quando um corpo está sujeito a inúmeras forças que se cancelam, dizemos que ele se encontra em equilíbrio estático ou dinâmico, ou seja, perfeitamente parado ou se movendo com velocidade constante e em linha reta.

O agente responsável pela transformação dos movimentos dos corpos é nomeado de força, um vetor de unidade $\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2$ batizado posteriormente como N (Newton). Quando um corpo está sujeito a um resultado não nulo (distinto de zero) de forças, ele ganha uma aceleração (variante de velocidade). Essa aceleração, conseqüentemente, é inversa à proporção de sua massa, ou seja: quanto maior é a massa, menor será a aceleração do corpo. De acordo com as leis de Newton, a massa serve como referencial de medida de inércia do corpo em seu estado de equilíbrio estático ou dinâmico.

Newton morreu em Londres em 20 de março de 1727 aos 84 anos, sendo enterrado com honras na abadia de Westminster, um privilégio inédito concedido pós-morte a um homem da ciência Inglaterra. A física não veria alguém da sua estatura intelectual por quase duzentos anos, até 1905, quando um então desconhecido funcionário de 26 anos do departamento de patentes de Berna, na Suíça, publicou suas reflexões sobre tempo, espaço, massa e energia. A concepção de seus contemporâneos sobre ele, no entanto, continuou a se expandir como consequência de várias publicações póstumas.

3-Fundamentos teóricos importantes para a sequência didática (SD)

Uma sequência didática é um grupo de interferências planejadas pelo professor a fim de desenvolver o entendimento do ensino. É um processo diferente de um plano de aula por ser mais amplo e abranger uma sequência a ser aplicada no período de várias aulas com estratégias diversificadas.

Almeja-se com a sequência didática quebrar paradigmas de modo a ultrapassar a noção de uma aprendizagem mecânica, com um projeto de intervenção escolar em fases designadas, objetivos claros e com flexibilidade capaz de abordar diversos meios pedagógicos

como: pesquisa, questionários, aulas dialogadas, produção de jogos, construção de foguetes e naves, análises filmicas, seminários dentre outros. O uso da sequência didática objetiva:

- ✓ Despertar a reflexão no aluno e, deste modo, proporcionar-lhe uma melhor compreensão dos temas abordados.
- ✓ Fazer com que a aquisição de conhecimentos seja útil à vida dos alunos, e não eles sejam simplesmente absorvidos de forma mecânica.
- ✓ Promover a transversalidade dos conteúdos e objetivos.
- ✓ Motivar a construção de conhecimentos específicos através de trabalhos que superem o senso comum.
- ✓ Corresponder às intenções pedagógicas em relação ao desenvolvimento do projeto, necessidades dos professores e alunos.

As sequências didáticas são desenvolvidas com objetivos educacionais específicos e necessitam interagir com o conhecimento cognitivo prévio do aluno para que possa; fazer parte dele, e assim podermos afirmar que ocorrerá o aprendizado.

3.1-Aprendizagem Significativa de Ausubel

A aprendizagem acontece com a interação do conhecimento novo na estrutura cognitiva do indivíduo (no caso o aluno), associando-o a um conhecimento prévio, relevante e relacionado já presente na estrutura. Em física, por exemplo, se os conceitos de força e campo já existem na estrutura cognitiva do aluno, eles servirão de subsunçores para novas informações referentes a certos tipos de força e campo, como a força e o campo eletromagnético. Esse processo de “ancoragem” da nova informação resulta em crescimento e modificação do conceito subsunçor.

A aprendizagem significativa tem por objetivo desenvolver um entendimento estrutural com resolução de problemas equivalentes em contextos diversos — é o oposto da aprendizagem mecânica que reproduz conteúdos de forma literal. Quando o aprendiz entra em contato com novas informações e consegue fazer conexões entre o que lhe é apresentado e o seu conhecimento prévio, ele estará elaborando significados pessoais para essa informação, construindo conhecimentos. Essa elaboração de significados não é uma apreensão literal, mas uma construção substantiva da informação apresentada se configurando como uma aprendizagem significativa

Quando se dá a aprendizagem significativa, o aluno transforma o significado lógico do conteúdo em significado psicológico. Em uma aprendizagem significativa o conhecimento não é apenas memorialístico, mas dotado de significado que se ancoram para produzir um novo conhecimento geralmente enriquecido de novos significados. Quando novos conceitos são aprendidos, os subsunçores ficam mais elaborados e relevantes.

Segundo Ausubel há duas situações para que a aprendizagem significativa ocorra:

- ✓ O conteúdo a ser ensinado deve ser potencialmente revelador.
- ✓ O estudante precisa estar disposto a relacionar o material de maneira consistente e não arbitrária.

De acordo com Ausubel as teorias de aprendizagem mecânica e significativa não são antagônicas, mas fazem parte de um processo contínuo, todo o conhecimento do indivíduo se situa em algum lugar entre a aprendizagem mecânica e significativa.

3.2-Mapas Conceituais

Um mapa conceitual é uma representação gráfica dos vários tipos de relações existentes entre determinados conceitos, feito a fim de auxiliar educadores e educandos na estruturação e apreensão do conhecimento.

Conceitos são, na definição de MOREIRA (2017, p. 108), “regularidades ou padrões percebidos em objetos ou eventos, ou em registros de objetos ou eventos, designados por um rótulo, geralmente um símbolo linguístico”. Por exemplo, a palavra mesa indica uma regularidade comum entre uma série de objetos que podem ser feitos de materiais e formatos diferentes, mas que compartilham o mesmo padrão: são móveis com uma superfície plana sustentada por “pernas”. O mesmo serve para processos ou ideias: quando há um padrão reconhecível, há um conceito.

O mapa é similar a um organograma, com um conceito principal do qual fluem todos os outros. Os conceitos ficam dentro de quadros — ou balões, quadrados, círculos ou outras figuras geométricas — e são ligados por linhas ou setas que conectam as figuras cujos conceitos têm relação entre si. Acompanham estas linhas ou setas palavras ou frases que formam proposições, indicando o tipo de relação que há entre os conceitos. Por exemplo, pode-se representar uma relação de geração com “gera” ou “é gerado por” acompanhando uma linha ligando um conceito a outro; indicar uma de derivação com “deriva” ou “é derivado de”; etc.

O mapa conceitual foi criado por Noseph Novak, e sua inspiração foi a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, que enfatiza a necessidade de haver um conhecimento prévio ancorando novos aprendizados e a conveniência de se apresentar novas matérias a partir de ideias mais gerais que se desdobrarão em conhecimentos específicos. Nas palavras de AUSUBEL (2003), é mais fácil para os seres humanos “apreenderem os aspectos diferenciados de um todo, anteriormente apreendido e mais inclusivo, do que formular o todo inclusivo a partir das partes diferenciadas anteriormente aprendidas”.

A forma de diagrama também torna mais clara a hierarquia do conhecimento e ajuda o aluno a perceber a interdependência e organicidade que existe entre diferentes conceitos. Para AUSUBEL (2003), toda disciplina se estrutura no intelecto humano de maneira hierárquica, de maneira que “as ideias mais inclusivas ocupam uma posição no vértice da estrutura e subsumam, progressivamente, as proposições, conceitos e dados factuais menos inclusivos e mais diferenciados.”

Os mapas conceituais são instrumentos que auxiliam tanto na avaliação da aprendizagem quanto no planejamento de ensino. Em se tratando de avaliar mapas, no entanto, considerar um mapa correto ou errado não é a melhor abordagem, uma vez que nenhum mapa conceitual é exaustivo e que o mais importante é seu processo de construção, que estimula a mente a identificar diferenciações e similaridades e a entender os elos que unem diferentes elementos de um conhecimento ou processo.

3.3-O cinema como recurso pedagógico.

Nós, professores, precisamos nos adequar as mudanças para melhor orientarmos nossos alunos, e os meios tecnológicos são ferramentas ideais para subsidiar as atividades humanas de inovação e evolução da educação.

Quando em 1895 os Irmãos Lumière organizaram a primeira sessão de cinema, não imaginavam que no futuro qualquer um poderia assistir a um filme em um smartfone; e quando o capitão James T. Kirk usou o comunicador em um cenário futurístico, os idealizadores do projeto cinematográfico estavam, sim, pensando no futuro; na verdade, inventando uma ideia dentro de uma realidade cinematográfica. Assim, podemos pensar o quanto é importante estimularmos o gosto pelo cinema de ficção para o avanço tecnológico.

Na década de 1960, os filmes de Star Trek já possuíam computadores que respondiam com voz interativa como, como o faz hoje o Echo Dot/Alexa da Amazon. Será

que a imaginação e a moderna tecnologia andam juntas? Oscar Wilde dizia que “a vida imita a arte mais que a arte imita a vida”. O certo é que hoje a magia cinematográfica classificada como “sétima arte” por Ricciotto Canudo é ubíqua, está não só nas TVs, que estão em todos os lares, mas em todos os celulares, itens “obrigatórios”. A educação não pode deixar de perceber essa realidade e explorar todo o seu potencial para motivar os estudantes a criar, desenvolver e acima de tudo a gostar de ciência.

A educação em ciências só será eficaz se percebermos os aspectos motivacionais internos e externos; nesse sentido, o cinema de ficção, com toda sua inerente magia, pode, ao levar o aluno a viver outra realidade, despertar-lhe o desejo de fazer ciência, sonhar e acreditar que ela é um elemento fundamental em nossas vidas contemporâneas.

No entanto, não se deve apenas assistir a um filme, o professor deve orientar para a discussão de conceitos que leve o aluno a tomar posse de fundamentos da ciência. Nesse sentido esta proposta deseja que o aluno aprenda fundamentos das leis de Newton, identificando situações na película em discussão, para assim, assimilar um conteúdo pertinente a física e que pode ser facilmente observável, a um olho treinado, em nosso dia a dia. Importante também, seria o professor aproveitar e levar o aluno a perceber a interação entre as diversas ciências ao assistir ao filme, favorecendo assim a percepção interdisciplinar da vida.

Filmes podem, portanto, ser uma excelente ferramenta mediadora em sala de aula, despertando o interesse e engajamento nos alunos, gerando discussões e permitindo-lhes uma melhor compreensão de assuntos difíceis. Este projeto tem nesse fundamento sua principal ancora e é o que constatamos em nossa pesquisa.

3.4-Concepções Alternativas

Chamamos de concepções alternativas as ideias que os alunos já trazem consigo para o aprendizado de ciências e que não coincidem com o saber científico. Tais ideias são construídas por conhecimentos formados ao longo da vida, desde o nascimento do aluno, a partir de experiências pessoais no seu dia a dia com a natureza e no contato com outras pessoas. São “construções pessoais espontâneas” (Figueira e Rocha, 2011) que servem de ferramenta explicativa comum.

As concepções alternativas são mais implícitas do que explícitas, ou seja, muitas vezes o aluno não é capaz de verbalizar, de dar a forma de um postulado ou teoria para a

maneira como ele interpreta certos fenômenos. São também esquemas explicativos que lembram modelos históricos da ciência que já foram ultrapassados, mas que mesmo assim são persistentes.

Sendo o conhecimento científico especializado e abstrato, suas conclusões acerca do mundo podem parecer “contraintuitivas” — por exemplo, a concepção de que, para que um corpo se mova num dado sentido, é necessário que haja uma força constante atuando sobre ele, parece ser confirmada universalmente pela experiência de qualquer pessoa; no entanto, desde o surgimento da mecânica clássica newtoniana, que define a inércia como propriedade geral da matéria, sabe-se que, se não houver nenhuma força impulsionando o objeto, ele continua a se mover em velocidade constante.

Há, portanto, no momento do aprendizado um confronto entre as concepções alternativas dos alunos e o conhecimento científico. Para que haja aprendizagem significativa, o aluno deve experimentar insatisfação com o poder explicativo de suas ideias, convencendo-se de que seria necessária uma correção de modelo ou a adoção de um novo; isto seria o ponto de partida para que ele considere (ou reconsidere) a explicação científica e inicie um processo intelectual de síntese. Tal síntese gera aprendizado real, diferentemente do que aconteceria numa memorização mecânica de fórmulas, visto que é resultado de um processo de subsunção em que conhecimento prévio relevante serve de âncora para um novo conhecimento, retificado e mais completo.

Um ensino que não promova a interação entre ideias já ancoradas e novas informações gera alunos que meramente repetem fórmulas. Quando não há o processo de aprendizagem significativa, as fórmulas aprendidas são aplicadas mecanicamente, sem que haja entendimento real da situação apresentada.

3.5-De olho na BNCC

O filme *Star Trek* (2009) como instrumento de aporte no processo de ensino e aprendizagem e a metodologia e aplicação desse trabalho se relacionam de modo direto com as Competências Gerais da BNCC que percorrem toda a Educação Básica.

As referências da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) sobre as etapas da Educação Infantil e do Ensino Fundamental foram homologadas no ano de 2017, sendo implementadas gradualmente no decorrer dos anos subsequentes à sua homologação.

De acordo com a BNCC, a disciplina Física, juntamente com Química e Biologia, estão agrupadas na Área de Ciências da Natureza por terem como característica sentidos empiristas e/ou intuitivistas.

A BNCC traduz em sua estrutura o fato de a sociedade contemporânea estar disposta sobre uma base de desenvolvimento científico e tecnológico em que o ensino deve se voltar para a formação integral dos alunos. Para tanto, será preciso o desenvolvimento de competências e habilidades a fim de que se ocupe um lugar participativo, crítico, nos debates sobre temas científicos e diversos, que se relacionem com a vida e a sociedade de modo geral.

O ensino de Ciências na BNCC está introduzido como um meio essencial para:

[...] o desenvolvimento do letramento científico, que envolva a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências (BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR, 2017, p. 321).

Evidencia-se ainda que no processo de letramento científico se faz necessária a investigação como instrumento de aprendizagem. As Ciências, segundo a BNCC, devem aproximar os alunos do Ensino Fundamental dos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica.

A BNCC está estruturada de modo a promover o desenvolvimento de habilidades e competências ao longo de todo o processo formativo, são objetivos que todos os alunos devem alcançar em cada modalidade de ensino.

A área Ciências da Natureza é formada pelo componente curricular Ciência, o qual está organizado em três unidades temáticas que apresentam a finalidade de assegurar as aprendizagens essenciais da área, são elas: Matéria e Energia, Vida e Evolução, e Terra e Universo.

4-SEQUÊNCIA DIDÁTICA - “EDUCAÇÃO LONGA E PRÓSPERA”

Figura 2: Capa da SD com imagem do DVD original



Desenho do autor

O título de fantasia “Educação Longa e Próspera” foi criado primeiro por acreditarmos que a formação (aquisição de conhecimentos) só se processa realmente quando passa a fazer parte de toda nossa existência, ao contrário do que acontece com a memorização descartável. Depois, a frase é uma alusão ao bordão do personagem Spock, que representa uma espécie alienígena humanoide fictícia do enredo dos filmes de Star Trek (2009). Uma das características do Spock é seu pensamento lógico e matemático.

Eis o cerne do que fundamenta toda a sequência didática do nosso trabalho.

Dois pontos de partida convergentes:

- I- A fala do crítico literário canadense Northrop Frye.
 “Não importa quanta experiência acumulemos ao longo dos anos, **jamais alcançaremos em vida toda a dimensão da experiência proporcionada pela imaginação**. Só conseguem alcançá-la as artes e as ciências...”. Ou seja, por meio da ficção podemos nos apropriar imaginativamente de situações e conhecimentos que fora de nosso alcance não fosse por ela (FYRE, 2017, p.89).
- II- Pensamento poético de autor desconhecido (atribuído à Poetiza Cora Coralina).
 Não sei se a vida é curta ou longa para nós,
 mas sei que nada do que vivemos tem sentido,
se não tocarmos o coração das pessoas.

A ideia é tocarmos o coração dos alunos e estimular a imaginação para assim atingirmos o fim principal que é estimular o gosto pela Física/Ciências e possibilitar, de maneira agradável, o conhecimento das leis de Newton, através da Aprendizagem Significativa.

Orientações para aplicação da Sequência Didática em sala de aula.

Chamaremos as aulas de Missões, para estimular os alunos a “viajarem literalmente nesta experiência-piloto”.

4.0- Resumo da Sequência Didática: (Quadro 1)

Missões	Duração	Procedimentos e Atitudes
Missão 1-Encantamento e Sondagem:	1 aula	Exposição da organização geral do trabalho e levantamento de concepções alternativas.
Missão 2- Biografia de Isaac Newton	1 aula	Proporcionar aos alunos uma introdução ao tema apresentando uma biografia de Newton com as Leis de Newton e os principais conceitos e leis a ele atribuídos.
Missão 3-Assistir ao Filme Star Trek (2009).	2 aulas	Exibir o filme (ou trecho) de Star Trek (2009) objetivando pôr o aluno em disposição positiva para o aprendizado, sendo o professor o catalisador deste processo.
Missão 4-Aula expositiva - Leis de Newton.	1 aula	Aula expositiva retomando o conteúdo das Leis de Newton, com apresentação de slides, confrontando-os com cenas do filme exibido para facilitar a aprendizagem.
Missão 5- Experimentos.	3 aulas	Vivenciar situações práticas envolvendo os conceitos das Leis de Newton e estabelecer hipótese explicando o fenômeno.
Missão 6- Quiz em forma de jogo de cartas.	1 aula	1) Relacionar a capacidade de fazer associações entre a estrutura cognitiva do aluno e o objeto de conhecimento presente no jogo, de forma que os significados pudessem ser absorvidos. 2) Relacionar o sentido de liderança e trabalho em equipe presentes na nave Enterprise no filme Star Trek com o sentido de liderança e trabalho em equipe na atividade e com perspectivas de que tais sentidos possam ser absorvidos para situações além do ambiente escolar..
Missão 7- Mapas conceituais	1 aula	1) verificar o grau de aprendizagem dos alunos em relação aos conceitos; 2) esclarecer e organizar visualmente os conceitos trabalhados sobre as Leis de Newton
Missão 8- Construção de maquetes.	2 aulas	O objetivo dessa etapa é desenvolver habilidades para o trabalho em equipe, aproximando a comunicação entre os alunos; compreender conceitos e funcionamento das Leis de Newton a partir da construção de naves e foguetes; estimular a criatividade.
Missão 9- Avaliação final.	1 aula	1-Observação do desempenho qualitativo e quantitativo no decorrer de todas as etapas trabalhadas; 2-Avaliação de respostas de formulário realizado pós sequência didática.

(Quadro 2)- Competências e Habilidades

COMPETÊNCIAS GERAIS DA EDUCAÇÃO BÁSICA CONTEMPLADAS
<p>3. Valorizar e fluir as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais, e também participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural.</p> <p>4. Utilizar diferentes linguagens — verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital —, bem como conhecimentos das linguagens artísticas, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.</p> <p>8. Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos, bem como articular, integrar e sistematizar esses fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre várias ciências e área de conhecimento.</p> <p>9. Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza.</p> <p>10. Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários</p>
HABILIDADES
<p>(EF09CI16)-Selecionar argumentos sobre a viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra, com base nas condições necessárias à vida, nas características dos planetas e nas distâncias e nos tempos envolvidos em viagens interplanetárias e interestelares.</p> <p>H16-Identificar e compreender no cotidiano a atuação das Leis de Newton</p>

4.1-Missão 1: Encantamento e Sondagem:

Esse momento é de encantamento, de contar uma história envolvendo os alunos, convidando-os para a aventura da sequência didática. Os alunos devem ser organizados em equipes para a realização dos trabalhos, sendo cada equipe transformada em tripulantes de uma nave onde escolhem inclusive nomes, criando assim um cenário condizente com o projeto.

A aprendizagem Significativa ocorre ancorando o conhecimento novo naquele já existente (MOREIRA, 2011); portanto, é importante que o professor aplique um questionário com o objetivo de fazer levantamento de concepções alternativas que o aluno possa trazer em relação ao assunto das Leis de Newton e assim nortear as discussões durante o projeto.

Duração Média: 1 aula (aproximadamente 50 min)

Objetivos: O professor deve expor a organização geral do trabalho, explicando as etapas e os objetivos para o aluno, esclarecendo que cada participante será premiado com pontuação

dando ao projeto um ar de etapas de jogo. O professor deve nesse primeiro momento fazer uma sondagem, em forma de teste, para verificar as concepções alternativas já presente nos alunos sobre as leis de Newton.

Procedimentos: *I- organizar a turma em equipes de no máximo 4 (quatro) componentes e solicitar que denominem os grupos de naves com nomes sorteados, correspondentes aos planetas do nosso sistema solar. Se necessário, dependendo da quantidade, incluir até o planeta anão Plutão. Sugerir para cada componente do grupo a escolha de um título de patentes como: Capitão, Primeiro Oficial, Oficial de Ciências, Oficial de Operações, Oficial de Engenharia etc. O objetivo é dar ao trabalho um ar de engajamento com a realidade das naves organizadas no próprio filme Star Trek (2009).

(Quadro 3): Sugestão de formulário de pontuação durante as etapas:

Nº.	Equipes de Ciências CMT-IV (2021)	Pontuação - Observações									
Nº	Nome do aluno – Equipe Nave Mercúrio										
	Capitão:										
	Primeiro Oficial:										
	Oficial de Ciências:										
	Oficial de Operações:										
Nº	Nome – Equipe Nave Vênus										
	Capitão:										
	Primeiro Oficial:										
	Oficial de Ciências:										
	Oficial de Operações:										

*II- Distribuir um formulário de pesquisa para sondagem das concepções alternativas explicando aos alunos da importância deste momento, por fazer parte de uma pesquisa necessária para orientar a evolução dos trabalhos (Quadro 2).

(Quadro 4) - QUESTIONÁRIO Concepções Alternativas

1 - No seu ponto de vista, existe semelhança entre uma maçã caindo e um astronauta em órbita?

2 - Por que a maçã se aproxima (cai) na superfície do planeta, mas o astronauta não?

3 - Você encontrou uma caixa e resolve puxá-la, mas ela não sai do lugar; por que isso acontece?

Marcar apenas uma oval:

- a) A sua força foi pequena.
- b) Existe uma força contrária maior.
- c) A culpa é do solo.
- d) Foi o peso que impediu.



4 - Suponha que você esteja pedalando uma bicicleta e resolve frear. O que você imagina que acontecerá com seu corpo?

Marcar apenas uma oval:

- a) Tanto você como a bicicleta param imediatamente.
- b) O freio joga a bicicleta para trás e me joga para a frente.
- c) Tende a continuar para frente e pode até cair.
- d) Inicialmente fica parado e depois se move lentamente.

5 - Você amarra uma pedra em um cordão e passa a girar por sobre a cabeça. Repentinamente e sem querer, o cordão se parte. O que acontecerá com a pedra? *

Marcar apenas uma oval:

- a) Faz zig-zag no espaço.
- b) Cai imediatamente na sua frente.
- c) Segue em linha reta, seguindo a direção perpendicular do cordão no momento do corte.
- d) Dá uma volta e cai lá na frente.

6 - O que faz com que o foguete saia da superfície da Terra?

Marcar apenas uma oval:

- a) A Terra o empurra para o espaço devido à rotação do planeta
- b) Os gases da explosão do combustível empurram a Terra e a Terra o empurra para o alto
- c) É a gravidade
- d) A força dos motores age dando impulso para ele.

7 - Você é um atleta de karatê e está participando de um campeonato. Você soca o rosto de um adversário, ele cai e você fica preocupado. Ele levanta e diz: "Não se preocupe, meu rosto atingiu seu punho com a mesma intensidade". Essa frase está:

Marcar apenas uma oval:

- a) Correta
- b) Errada

8 - Por que os foguetes (e naves espaciais) não precisam de asas?

9 - Colocamos continuamente combustível nos carros e veículos automotores. Como você imagina que poderíamos viajar entre os planetas e explorarmos o universo se não temos postos de combustível no espaço? *

4.2-Missão 2- Biografia de Isaac Newton:

É importante que os alunos tomem conhecimento, mesmo de maneira sucinta, sobre o legado de Isaac Newton e sua teoria que mostrou ser possível prever movimento dos corpos, desde asteroides até o aparecimento das marés, tornando-se um referencial da Física por formular equações matemáticas para a explicação de fenômenos naturais.

Duração Média: 1 aula (aproximadamente 50 min)

Objetivos: Proporcionar aos alunos uma introdução ao tema, apresentando uma biografia de Newton e os principais conceitos e leis a ele atribuídos.

Procedimentos: Imprimir o texto sobre as leis de Newton encontrado no site <https://www.todamateria.com.br/isaac-newton/> (**Anexo 1**). Ler junto com a turma a biografia resumida de Newton e em seguida solicitar que eles anotem no caderno os conceitos encontrados, em seguida fazer pesquisa na internet, como lição de casa, anotando elementos, fatos ou conceitos considerados interessantes e/ou dúvidas.

4.3-Missão 3-Assistir ao Filme Star Trek(2009):

Duração Média: 2 aulas (aproximadamente 100min)

Objetivos: “O aluno deve encontrar-se em disposição positiva para aprendizagem significativa” (FERRO, PAIXÃO, 2017, p. 52). A proposta é que o filme Star Trek (2009) possa ser o elemento que coloca o aluno em disposição positiva para o aprendizado, sendo o professor o catalisador deste processo que o levará a construir seu próprio conhecimento, inclusive redirecionando suas concepções prévias.

Procedimentos: É importante que em um primeiro momento os alunos assistam ao filme livremente e construa suas próprias concepções sobre o filme, em um segundo momento o professor age como mediador, destacando cenas e problematizando situações a fim de promover o debate principalmente para área das Ciências/Física

A exibição do filme (ou trechos do filme, dependendo da escola ou outra situação): Star Trek (2009). Sobre as intervenções durante a exibição do filme na escola, em sala de aula ou auditório. Primeiro: o filme Star Trek é longo, portanto, o aluno deve ser orientado a assistir ao filme através de alguma plataforma digital como Netflix ou Prime Vídeo. Os alunos devem assistir ao filme, formando suas próprias concepções sobre as Leis de Newton presentes em determinadas cenas, sobre a tecnologia e outros tópicos que considerarem interessante. Em um segundo momento, o professor viabiliza a exibição na escola.

Outras observações: Providenciar antecipadamente: notebook com leitor de DVD, aparelho de DVD, data show (ou TV), cabos para conexões de imagem e áudio. O professor deve previamente assistir ao filme de preferência de uma vez, o ideal é que seja adquirida uma cópia original para exibição e também que se planeje com antecedência, testando a exibição,

montando o equipamento com antecedência para não ser surpreendido. Verificar cabos de áudio e cabos de conexões se estão funcionando adequadamente, luminosidade da sala etc., evitando assim desperdício de tempo na exibição do filme e até mesmo constrangimento por demonstrar falta de preparo na montagem.

4.4-Missão 4-Aula Expositiva Sobre as Leis de Newton:

Com slide e discussão apresentar as Leis de Newton, exemplificando-as com cenas do filme exibido. Aqui temos um momento para apresentar o conteúdo, partindo de aspectos gerais, depois ir para o principal que são as leis de Newton, o professor poderá fazer paralelos entre momentos do filme e a nossa realidade, fomentando a interação da sala para dinamizar a discussão, perguntando por exemplo, após cada explanação das leis de Newton, se eles lembram de outras cenas.

Duração Média: 1 aula (aproximadamente 50 min)

Objetivo: Aula expositiva do conteúdo retomando as Leis de Newton e buscando integração para o entendimento, por parte dos alunos, dos conceitos das Leis de Newton, confrontando-as com cenas do filme exibido para facilitar a aprendizagem.

Figura 3: Sugestão de cenas do filme para análise em aula



Fonte: O autor

Procedimentos: Nesse momento o professor poderá iniciar com perguntas sobre as Leis de Newton e fazer uma integração com momentos do filme incluindo cenas em seus slides para ajudar o entendimento, principalmente sobre os conceitos físicos principais postulados nas Leis de Newton. É importante que seja feita uma aula expositiva com uma explanação com slides onde seja passado o conteúdo com as ideias e informações mais relevantes sobre as Leis de Newton.

4.5-Missão 5- Experimentos:

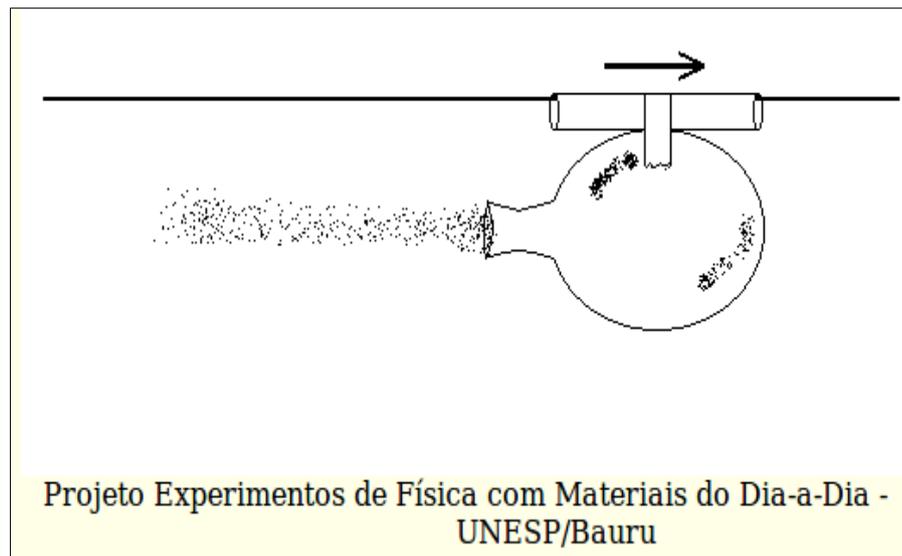
Duração média total para os dois experimentos: 3 aulas (aproximadamente 150 min)

Objetivos: Vivenciar situações práticas envolvendo os conceitos das Leis de Newton e estabelecer hipótese explicando o fenômeno.

Procedimentos:

- **Sugestão Experimental 1- Bexiga a Jato**

Figura 4: Desenho do experimento 1



(créditos- UNESPBAURU)

Duração para este experimento: 1 aula (aproximadamente 100 min):

A realização do experimento é simples e permite que os alunos vivenciem e discutam algumas das teorias físicas relacionadas nas Leis de Newton.

Recursos: Uma bexiga, um pedaço de linha, fita adesiva, um canudo, paredes ou colegas segurando a linha.

Preparação: As equipes podem apresentar em forma de seminário estabelecendo um tempo para as explicações e no final simular uma competição sobre qual bexiga vai mais longe.

Etapas:

-Passe a linha pelo canudo

-Prenda cada ponta da linha em uma parede da sala, com uma fita adesiva (ou um colega segurando).

-Coloque também dois pedaços de fita adesiva no canudo.

-Encha a bexiga, com ar, na boca.

-Quando estiver bem cheia, segure o bico para que o ar não escape, prenda-o no canudo, nas fitas adesivas que você colocou anteriormente.

-Solte a bexiga.

Questionamentos Guias:

O que acontece? A bexiga desloca-se rapidamente? Por que isso acontece? A bexiga desloca-se com rapidez quando você deixa o ar escapar por seu bico? É a mesma maneira de funcionamento de um motor a jato? E os foguetes, tem algo em comum?

OBS: oriente o alunado a buscar fundamentação na teoria, nos assuntos estudados anteriormente e nas formulações conceituais das Leis de Newton.

Fonte: UNESP/BAURU

<https://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/>

- **Sugestão Experimental 2- Foguetes de Garrafa Pet (OBA-MOBFOG)**

Este momento pode ser aproveitado para realizar uma oficina de foguetes estimulando assim a participação (ou não) dos alunos nas Olimpíadas Brasileira de Astronomia.

Duração para este experimento: 2 aulas (aproximadamente 100 min)

Recursos: são necessários muitos componentes para este experimento no (Anexo 3) você poderá encontrar bem detalhado, e inclusive com os links de vídeos e outras orientações.

Preparação: o professor deve orientar os alunos em sala de aula, formando equipes de trabalho e embasando o conteúdo nas indicações a seguir. Os endereços dos vídeos podem ser disponibilizados em grupos de alunos (WhatsApp, por exemplo) ou exibidos na turma, caso o professor disponha de tempo e recursos para isso.

Procedimentos: As orientações resumidas a seguir no **Anexo 2**, Base lançamento do foguete de garrafa PET e a construção dos foguetes de garrafas PET, podem ser facilmente encontradas nos endereços:

- Construção de Base: vídeo 76 - Construção de Base de Foguete pelo Prof. Dr. Canalle (coordenador do OBA-MOBFOG) <https://www.youtube.com/watch?v=FWMbhfbd4c>
- Foguete de Garrafa Pet: vídeo 45 - Foguete de Garrafa Pet Nível 3 da MOBFOG: <https://www.youtube.com/watch?v=Q9xK0Ccrqxk>

Obs-2 Sugerimos que a base seja feita com 90°, caso o objetivo não seja competir na MOBFOG.

Figura 5: Professor Franklin orientando atividade de lançamento de foguetes garrafa PET



Fonte: do autor -arquivo pessoal

4.6-Missão 6-Quiz em forma de jogo de cartas:

Uma atividade com cartas é uma ótima maneira de avaliar e ainda estimular o aprendizado em forma de jogo. Claro que a atividade também deve ter premiação com pontos e não só no jogo, mas em todas as etapas do projeto (Sequência Didática). A proposta é que os alunos construam perguntas em horário extrasala (40 perguntas ao todo, dez para cada integrante da equipe) conhecendo as respostas (utilizando como base o livro texto adotado na

escola ou outra fonte indicada por você, professor), sugerimos escolherem as 10 melhores de um jogo em sala de aula.

Figura 6: Aplicação em sala de aula do Jogo de Cartas (CMT-IV).



Arquivo pessoal

Duração Média: 1 aula (aproximadamente 50 min)

Objetivo: Possibilitar aos alunos exercitarem a capacidade de realizar perguntas com o conteúdo das leis de Newton e assim assimilarem melhor o assunto das leis de Newton.

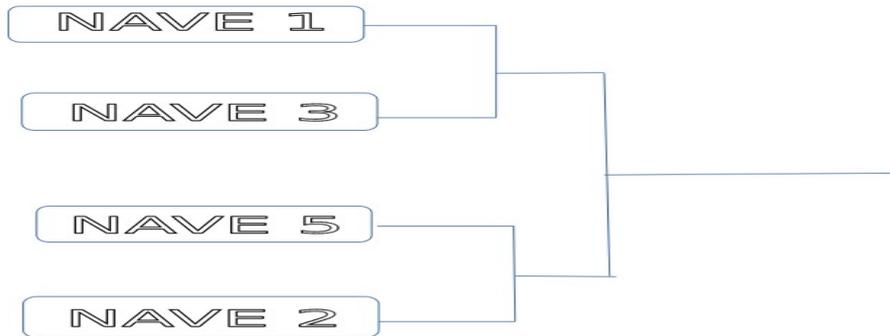
Procedimentos: -Após a construção em horário extrasala de aula, as equipes já munidas de seus acervos de perguntas em forma de cartas de baralho, desenvolverem uma disputa (jogo) de perguntas entre as equipes onde o professor mediará o jogo, sorteando qual equipe inicia. As equipes tendem a competir por mais pontos tornando assim bem dinâmico a aprendizagem. Sugerimos, a depender do tempo disponível, fazer o processo de eliminatória pelas equipes. Sorteando o confronto.

-Depois de montada as cartas as equipes vão, sobe a coordenação do professor, desafiarem-se numa disputa de passe e repassa. Mantendo as cartas emborcadas e estando as equipes de cada lado de uma mesa podem ir levantando as cartas e assim perguntando alternadamente cada equipe e buscando acertar a resposta, sendo que a própria equipe adversária afirma se a resposta está certa ou errada. Sendo o professor o juiz da disputa. Estando, claro, o professor livre para elaborar outros processos.

***Recursos:** Uma carta de baralho (modelo), cartolina, tesoura, cola, lápis de cor, canetas e perguntas selecionadas e impresas previamente por cada equipe-nave. ***Preparação:** Cada equipe (com quatro componentes) deve elaborar previamente 40 (cada aluno dez) perguntas,

que sugerimos de tamanho pequeno e bem objetivas) sobre as leis de Newton e depois selecionar e as 10 melhores.

Figura 7: Sistema de eliminatória na disputa entre as equipes



Desenho do autor

4.7-Missão 7- Mapa Conceituais ou Mentais:

Organizar a mente e os conhecimentos é fundamental para obter eficácia nos estudos. O desafio agora é fazer um mapa dos principais conceitos transmitidos até agora que envolvem os estudos das Leis de Newton:. Um mapa conceitual criado por Noseph Novak, inspirado na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, é uma representação gráfica dos vários tipos de relações existentes entre determinados conceitos, feito a fim de auxiliar educadores e educandos na estruturação e apreensão do conhecimento.

Duração Média: 1 aula (aproximadamente 50 min)

Objetivo:

- 1) verificar o grau de aprendizagem dos alunos em relação aos conceitos;
- 2) esclarecer e organizar visualmente os conceitos trabalhados sobre as Leis de Newton

Procedimentos:

-Após uma breve orientação, pode ser com exibição de vídeos, de como fazer um mapa conceitual ou mental, solicitar a cada aluno a confecção de um, levando em consideração toda a experiência e conhecimento que tenham adquirido na atividade e durante as etapas sobre as leis de Newton nas discussões e trabalhos.

-Após a explicação e tirar as dúvidas de como fazer um mapa conceitual, os alunos devem discutir e elaborar um que represente o entendimento do assunto, claro que esta etapa pode ser feita também de forma individual.

Sugestão Extra:

-Assista um vídeos como fazer um mapa conceitual/mental (sugestão: <https://www.youtube.com/watch?v=mhQIAv8Av1s>).

-Relacione brevemente os principais conceitos sugeridos: Inércia, Massa, Força, Peso, Balança, Dinamômetro, Grandeza escalar Grandeza Vetorial, Atração Gravitacional, 1ºlei de Newton, 2ºlei de Newton e 3ºlei de Newton.

Recursos:

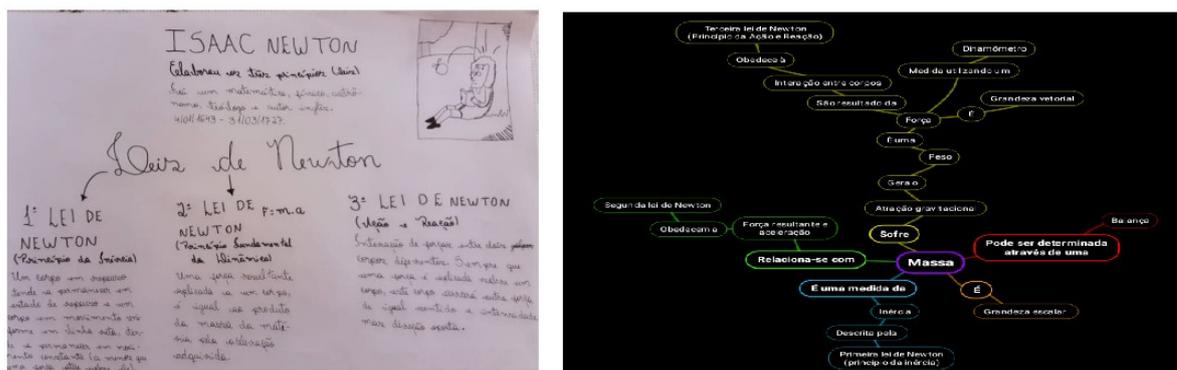
-Caderno, caneta, lápis, livro texto e resumo dos principais conceitos

Obs: Pode ser sugerido também o uso de aplicativos em smartfones com esta funcionalidade.

Preparação:

-Os alunos, em equipe, devem receber uma orientação de como fazer um mapa conceitual, onde o professor pode demonstrar como fazer um ou sugerir que assistam a um vídeo explicativo no YouTube.

Figura 8-Mapas feitos por alunos do CMT- IV



Arquivo pessoal

4.8-Missão 8- Construção de maquetes:

“Em geral, a cooperação entre aprendizes promoverá melhores resultados de aprendizagem quando se trata de incentivar uma aprendizagem construtiva ou reflexiva entre os alunos, a partir de situações de aprendizagem concebidas como Problemas” (Bereiter e Scardamalia, 1989; Pozo e Pérez Echeverría,1995).

Duração Média: 2 aulas (aproximadamente 100 min)

Objetivo: O objetivo dessa etapa é desenvolver habilidades para o trabalho em equipe, aproximando a comunicação entre os alunos; compreender conceitos e funcionamento das leis de Newton a partir da construção de naves e foguetes; estimular a criatividade, além de exercitar a aprendizagem integrativa.

Procedimentos: Sugestão de Título: INDO ONDE NENHUM ALUNO JAMAIS ESTEVE!

***Trabalho AVALIATIVO**, em equipe, sobre construção de uma maquete fictícia de nave espacial com sucatas que deverá ser iniciada sua realização em aula no laboratório

-Data de início de construção :(___/___/2021) e concluída em suas residências.

-Data de Apresentação: (_____/_____/2021).

Especificações limítrofes: A nave deve ter no mínimo 25 cm (e no máximo 50 cm) de largura altura e comprimento.

Procedimentos para a apresentação:

-Cada equipe deve pesquisar os tópicos relacionados (indicados a seguir) e os componentes devem se preparar para explicar durante a exposição de suas naves os referidos tópicos:1-Força de atrito com o ar, quando uma nave movimenta-se pela atmosfera;2-Força de sustentação e movimentação para naves, aviões e foguetes dentro e fora de uma atmosfera de planetas ou no espaço sideral;3-Foguetes: Resumo de estruturas e leis de newton envolvidas em sua movimentação no espaço.

Recursos: A equipe deve (planejar) relacionando previamente os materiais de sucata diversos e os recursos na forma de uma tabela: EXEMPLO.

Objetivo	Matéria Prima (sucatas)	Ferramentas e materiais
Nave espacial ou Foguete	Canos, garrafas petiz, papelão, isopor, plástico em geral, botões, restos de sucatas eletrônicas, etc.	Cola de papel, cola quente, tesoura, estilete, fitas adesivas, canos PVC, cola super-bond, etc.

Preparação:

-Solicitamos aos alunos que, em equipe, façam maquetes de naves com sucatas, objetivando assim aprendizagem sobre aspectos interessantes envolvidos com a física. Por exemplo:

sustentação, atrito, viagem no vácuo ou na atmosfera, aceleração etc. Solicitar que os alunos levem diversas sucatas e materiais para confeccionar uma nave ou foguete.

Figura 9: alunos do (CMT-IV) confeccionando miniaturas de naves SD



Arquivo pessoal

Sugestão:

-Sugerimos que o professor aproveite para estimular os alunos a participar de olimpíadas de conhecimento como por exemplo: Olimpíada Brasileira de Astronomia, Olimpíada Nacional de Ciências, Olimpíada Brasileira de Química Júnior, etc.

-Este momento é também uma ótima oportunidade para uma culminância, a depender das programações da escola, para se realizar uma feira de ciências e acrescentar uma mostra dos foguetes e das naves produzidas, etc.

Figura 10: Exposição em feira de ciências das miniaturas de naves produzidas



Arquivo pessoal

4.9-Missão 09- Avaliação final:

Toda situação de instrução deve incluir algum sistema que permita avaliar o grau em que se alcançaram os objetivos ou demandas fixados. A avaliação, que não só o professor deveria realizar como também o aluno, pode ser mais formal (por

exemplo, mediante um exame) ou informal (através da observação cotidiana, da medição de rendimentos em tarefas habituais, etc.(POZO, 2008, p.62).

Elaborada previamente uma avaliação sobre os conteúdos trabalhados, a fim de verificar os conhecimentos adquiridos e também sobre aspectos do trabalho em geral. Sugerimos uma avaliação individual e depois que eles possam falar livremente sobre o projeto dando ênfase ao que mais lhes marcou.

Duração Média: 1 aula (aproximadamente 50 min)

Objetivo: Avaliar tanto o nível de aprendizagem em relação aos conteúdos das leis de Newton como também do nível de satisfação.

Procedimentos: O professor deve elaborar um questionário, sugerimos que seja com as mesmas questões de levantamento das concepções alternativas realizadas no início do projeto, mas acrescentar outras questões para avaliar as etapas. Avaliação de preferência individual para aferir os conhecimentos adquiridos e se houve aprendizagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta sequência tem potencial para favorecer a aprendizagem por usar diversas estratégias que facilitam a aprendizagem, em especial o uso didático do cinema, como base para discussões, experimentos, jogos e mapas conceituais. O cinema funciona como ponte entre conhecimentos prévios e novos permitindo assim, o aprendizado significativo em cognitivos estruturados e integrados às experiências pessoais e coletivas, às competências envolvidas e habilidades adquiridas.

Importante observar que, o filme Star Trek (2009) e toda aventura e cinematografia de efeitos representando momentos de possíveis realidade, pode, despertar o interesse, curiosidade e desejo de gostar de ciência, permitindo que eles, alunos, entendam os conceitos das leis de Newton e talvez, mais importante de tudo, crie subsunções coerentes e desafiadores para as futuras etapas de sua escolaridade no mundo das ciências.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL D.P. (2003). **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. MOREIRA, Marco A. Ensino e aprendizagem significativa. 1ª ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017.
- BETTS, Davi Nelson. **Novos paradigmas para a educação**. Revista do Cogeime, v.13, 1998.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA**. Base nacional curricular comum. Brasília: 2018.
- FRESQUET, Adriana. **Cinema e Educação**. Reflexões e experiências com professores e estudantes de educação básica, dentro e “fora” da escola. Belo Horizonte, MG: Autêntica Editora, 2017.
- FRYE , Northrop. **A Imaginação Educada**. Tradução: Adriel Teixeira, São Paulo, vide editorial, 2017.
- KRAUSS, Lawrence M. **A Física de Jornada nas Estrelas: Star Trek**. São Paulo: Makron books, 1996.
- MOREIRA, Marco A. **Ensino e aprendizagem significativa**.1ª ed.São Paulo:Editora Livraria da Física, 2017.
- MOREIRA, Marco A. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, UFMT, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf> . Acesso em: 28 jan. 2021.
- POZO, Juan Ignacio .**Aprendizes e mestres: a nova cultura da aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2008.
- SILVA, Márcia G. L.; NÚÑEZ, Isauro B. **Concepções alternativas dos estudantes**. Natal: SEDIS/ UFRN, 2007.
- STAR TREK** (2009). Direção: J. J. Abrams. Produzido por J. J. Abrams e Bryan Burk. Estados Unidos: Paramount Pictures, 2009. 1DVD (126 minutos), color.

(ANEXO - 1)

Isaac Newton foi um cientista, filósofo, físico, matemático, astrônomo, alquimista e teólogo inglês. Figura multifacetada, foi um dos maiores cientistas da história. Deixou importantes contribuições, principalmente na Física e na Matemática.

Seu método rigoroso de investigação experimental associado a uma precisa descrição matemática, tornou-se um modelo de metodologia de investigação para as ciências.

Famoso por sua "Lei da gravitação universal", enunciou ainda as Leis do Movimento. Descreveu os fenômenos óticos: cor dos corpos, natureza da luz, decomposição da luz. Desenvolveu o cálculo diferencial e integral, importante ferramenta matemática utilizada em diversa áreas do saber. Foi ainda, o primeiro a construir um telescópio de reflexão, em 1668.



Isaac Newton nasceu em Woolsthorpe-by-Colsterworth, uma pequena vila na Inglaterra, no dia 04 de janeiro de 1643. No calendário Juliano, adotado na Inglaterra na época, a data do seu nascimento é 25 de dezembro de 1642.

Foi batizado com o mesmo nome do pai, que havia falecido alguns meses antes do seu nascimento. Como sua mãe, Hannah Ayscough Newton, casou-se novamente e mudou-se para outra cidade, ele foi deixado aos cuidados da avó.

Quando seu padrasto faleceu, ele voltou a morar com a mãe e foi incentivado a cuidar das terras da família. Contudo, não demonstrou nenhuma aptidão para a tarefa. Em 1661 ingressou na Trinity College, em Cambridge. Embora o currículo em Cambridge fosse baseado na filosofia de Aristóteles, Newton se dedicou ao estudo de diversos autores ligados a filosofia mecânica. Leu o livro Diálogo de Galileu Galilei, as obras de filosofia de René Descartes, estudou as leis de Kepler sobre o sistema planetário e muitos outros autores.

Formou-se bacharel em humanidades, em 1665. Neste mesmo ano, a Inglaterra foi devastada pela peste e vários estabelecimentos foram fechados, inclusive a Universidade de Cambridge.

Assim, Newton foi obrigado a retornar para a sua casa na fazenda. Nesse período de isolamento, teve a oportunidade de buscar soluções para todos os questionamentos que havia começado a fazer a partir dos seus estudos em Cambridge.

Nessa época desenvolveu o método das séries infinitas (binômio de Newton) e a base do cálculo diferencial e integral. Fez experiências com prismas, o que o levou a teoria das cores e começou a desenvolver o telescópio de reflexão.

Estudou ainda o movimento circular e analisou as forças relacionadas com esse movimento. Aplicou essa análise ao movimento da lua e dos planetas em relação ao Sol. O que seria a base para a Lei de Gravitação Universal.

Voltando a Cambridge em 1667, Newton torna-se professor e em 1669, é promovido a professor lucasiano de matemática. Foi eleito membro da Sociedade Real em 1672 e apesar da admiração que despertava, seu temperamento retraído e sua dificuldade em receber críticas o fez relutar em publicar seus trabalhos. Apesar disso, em 1687 publica seu livro mais famoso *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (Princípios Matemáticos da Filosofia Natural).

Também desempenhou atividades fora do meio acadêmico. Em 1696 foi nomeado superintendente da Casa da Moeda e em 1699 é designado diretor da Casa da Moeda.

Em 1703, Newton é eleito presidente da Sociedade Real, acumulando a presidência com a função de diretor da casa da moeda.

Publicou *Opticks*, em 1704, que alcançou um grande público graças a uma linguagem mais acessível. Em 1705 é sagrado cavaleiro pela rainha Ana, passando a ser chamado de Sir Isaac Newton. Faleceu em Londres no dia 31 de março de 1727 devido a problemas renais.

As Leis de Newton

As três **Leis de Newton** são teorias sobre o movimento dos corpos descrito por Newton em fins do século XVII, a saber:

- ✓ Primeira Lei de Newton: Princípio da Inércia
- ✓ Segunda lei de Newton: Princípio da Dinâmica
- ✓ Terceira Lei de Newton: Princípio da Ação e Reação

Obras

Sua obra que merece destaque é "Princípios Matemáticos da Filosofia Natural" (*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*) publicada em 1687. Também conhecida como "Principia", é considerada uma das mais importantes obras científicas.

Nessa obra, Newton descreve, dentre outros assuntos (física, matemática, astronomia, mecânica), sobre a "Lei da **Gravitação Universal**".

A Lei de Gravitação Universal enuncia que dois corpos se atraem por meio de forças, e sua intensidade é proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que as separa.

Outras obras publicadas:

- Method of fluxions (1671)
- Opticks (1704)
- Arithmetica Universalis (1707)
- The Cronology of Ancient Kingdoms Amended (1728)

Frases

- "Construímos muros demais e pontes de menos."
- "Se cheguei até aqui foi porque me apoiei no ombro dos gigantes."
- "A gravidade explica os movimentos dos planetas, mas não pode explicar quem colocou os planetas em movimento. Deus governa todas as coisas e sabe tudo que é ou que pode ser feito."
- "O que sabemos é uma gota; o que ignoramos é um oceano. Mas o que seria o oceano se não infinitas gotas?"

Curiosidades

Diz a lenda que Isaac Newton formulou a "Lei da Gravitação Universal" ao ver uma maçã cair da árvore.

Newton participou da disputa mais célebre da história da ciência com o matemático alemão Gottfried Leibniz pela criação do cálculo diferencial e integral. Essa disputa durou mais de 20 anos e só muito tempo depois se pode confirmar que eles criaram seus métodos de forma independente.

Autoria: Rosimar Gouveia (Professora de Matemática e Física)
<https://www.todamateria.com.br/isaac-newton>

(ANEXO – 2)

Base lançamento do foguete de garrafa PET.

É altamente recomendado ver o vídeo sobre esta construção:

https://www.youtube.com/watch?v=TUD49pRu_yI

A base de lançamento. A base será construída com 5 canos de pvc marrons de 20 mm de diâmetro, sendo dois pedaços de 20 cm, um pedaço de 25 cm e dois pedaços de 10 cm de comprimento, como mostra a figura 6. Os canos serão conectados entre si usando-se 2 “caps”, 2 “joelhos ou cotovelos” e 1 “tê”, como mostra a figura 7. Os pedaços de 10 cm são conectados num “tê” e nos “joelhos”. Os dois pedaços de 20 cm são conectados nestes “joelhos” e tapados com os 6caps. O pedaço de 25 cm, ou tubo de lançamento, é conectado primeiro no “tê”, depois, colado nos pedaços de 10 cm, inclinado de 45 graus em relação à base. Veja detalhes abaixo. Coloque cola de PVC na parte interna das conexões e nas pontas dos canos que entrarão nelas. Isso facilita a entrada dos canos nas conexões além de colá-las firmemente.

Válvula de pneu de bicicleta. Fure um dos “caps” com o mesmo diâmetro da válvula de pneu de bicicleta. Coloque dentro e fora do “cap” um quadradinho de 2 x 2 cm de câmara de ar de pneu de bicicleta, e atravesse-os pela válvula. Do lado de fora coloque a arruela que já vem com a válvula e sobre esta coloque as porcas que também já vêm com a válvula. Aperte tudo o máximo possível para que o ar não saia. Veja detalhes na Fig. 9. Observação. O furo pode ser feito com um prego bem aquecido. Depois vá alargando lentamente o furo até que o bico da válvula passe apertado pelo furo. Veja detalhes sobre a válvula e o cap no vídeo https://www.youtube.com/watch?v=TUD49pRu_yI

Acessórios. Na Fig. 10 mostramos alguns dos acessórios que serão necessários, tais como, tesoura, régua, vaselina em pasta, esparadrapo de algodão de 5 cm de largura, cola de pvc, caneta que marca plástico, barbante, chave de fenda (a chave de “boca” é mais adequada) e fita adesiva, além do prego aquecido para furar o cap por onde passa a válvula de pneu de bicicleta.

Colando as conexões. Para facilitar a colocação das conexões nos canos, sugerimos determinar a profundidade da conexão e marcar esta profundidade nas pontas de todos os canos. A cola deve ser colocada de forma abundante primeiro dentro da conexão e depois na ponta do cano que entrará na mesma, também e forma abundante e homogênea.(Veja a Fig. 11).

O tubo de lançamento. Sugerimos a seguinte sequência de montagem da base. Coloque os caps e os cotovelos nos canos de 20 cm, depois coloque os canos de 10 cm nos cotovelos. Coloque o cano de 25 cm no centro do “tê”. Deixe por último a colocação do “tê” nos dois canos de 10 cm. No centro da base, inclinado de 45o, cole o tubo de lançamento (tubo de 25 cm de comprimento), pois ele fica dentro do foguete. Corte um quadrado de papelão de 20 x 20 cm e em seguida corte-o na diagonal. Use uma das partes como um esquadro para colocar o tubo de lançamento em 45o. Veja na Fig. 12 a base montada, mas faltando a vedação e o gatilho.

Eliminando a folga entre o tubo e a boca do foguete. O diâmetro do tubo de lançamento (20 mm) é ligeiramente menor do que o diâmetro interno do bocal do foguete. Este estará sob alta pressão e não poderá haver vazamento de ar, por isso sugerimos o

seguinte procedimento para tirar a “folga” que existe entre o tubo e a boca do foguete. A 8 cm acima do “tê”, ao longo do tubo de 25 cm coloque o anel de um bico de balão de aniversário número 6,5”. Veja detalhe na Fig. 13. Sobre este bico coloque uma volta completa de esparadrapo de algodão com 5 cm de largura, bem preso ao tubo. Veja a Fig. 14. Lembre-se de passar vaselina ou sabão sobre o esparadrapo e dentro da boca da garrafa antes de fazer esta passar sobre o bico do balão de aniversário que está debaixo do esparadrapo. Esta lubrificação é fundamental.

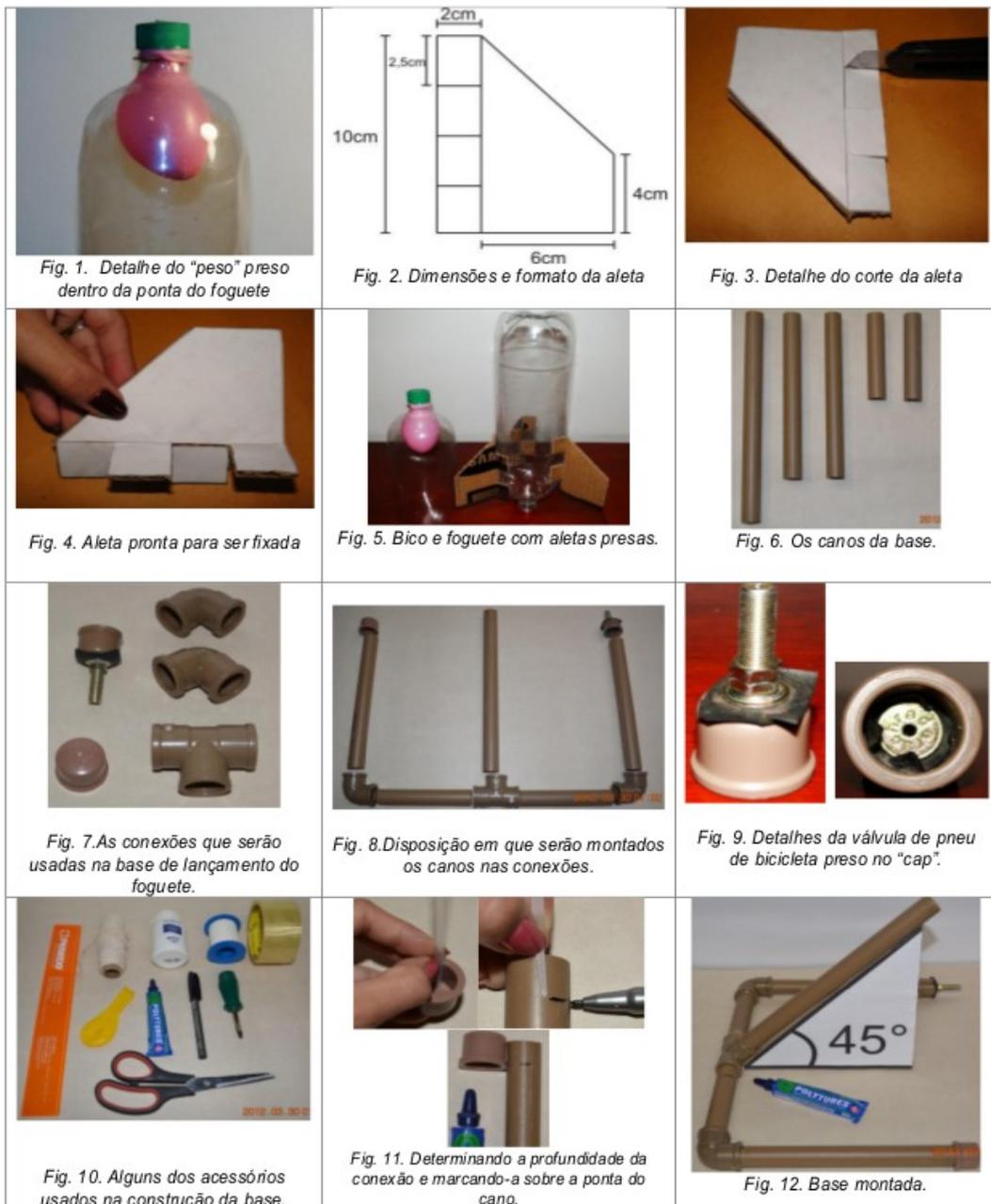
Gatilho – parte 1. Para que o foguete saia da base somente quando desejarmos, precisamos prendê-lo firmemente à base de lançamento. Para tanto sugerimos colocar 8 abraçadeiras de nylon, com cabeças de 3,6 mm colocadas simetricamente ao redor do tubo de lançamento como mostra a Fig. 15. Note que o “queixo” da cabeça da braçadeira de está 1 cm acima do bico do balão, logo, o “rabicho” da abraçadeira será de 9 cm, medido a partir do início do “tê”, como mostra a Fig. 15. Estas abraçadeiras de nylon são vendidas em várias dimensões das cabeças e dos respectivos rabichos. O importante é a cabeça ter 3,6 mm, pois o rabicho será cortado com 9 cm de comprimento a partir do “queixo” da cabeça. Para fixar as abraçadeiras de nylon use uma ou duas abraçadeiras de metal que abre até 1 polegada, conforme mostra a Fig. 16. Aperte-a bem com uma chave de fenda, ou melhor ainda, com uma chave de boca.

Gatilho – parte 2. Na Fig. 17 mostramos onde posicionar as 8 “cabeças” das abraçadeiras de nylon sobre o anel de sustentação da garrafa, isto é, o “queixo” das 8 “cabeças” de nylon devem ficar encostadas no anel de sustentação. Porém isso ainda não prende o foguete quando pressurizado na base de lançamento. Para isso corte um pedaço de cano branco, usado nos esgotos, de 4 cm de diâmetro com 4 cm de comprimento e faça dois furos diametralmente opostos, próximos de uma de suas extremidades, como mostra a Fig. 18. Amarre um barbante de 20 cm de comprimento entre estes furos e depois amarre outro com cerca de 4 ou 5 m de comprimento a partir daquele de 20 cm como mostra a Fig. 18.

Gatilho – parte 3. A Fig. 19 mostra o anel branco posicionado corretamente sobre as 8 (e não 4 como aparecem nas fotos da Fig. 19) cabeças de nylon, as quais, por sua vez, estão tocando o anel de sustentação da boca da garrafa, isto é, do foguete. Quando pressurizado o foguete, estique o barbante de 4 ou 5 m para trás do foguete e ao final da contagem regressiva puxe o barbante, o suficiente para ele baixar o anel branco. Neste instante o foguete sairá violentamente da base de lançamento. Fixação da base sobre o solo. É fundamental que a base esteja presa firmemente ao solo através de duas ou três estacas metálicas que possam ser enterradas no solo. Recomendamos usar grampos de ferro com o formato mostrado na Fig. 20, com cerca de 15 cm de comprimento e diâmetro de 4 ou 5 mm. Fixe um grampo perto de cada CAP e outro perto da conexão em forma de “T”.

Propelente do Foguete do Nível 3. O propelente do foguete do nível 3 é somente ÁGUA E AR COMPRIMIDO inserido no foguete através de uma bomba de encher pneu de bicicleta. Foguetes com água e ar pressurizado atingem facilmente cerca de 100 metros de distância quando lançados obliquamente, logo, demandam espaços adequados para lançamentos. “Carregando” o foguete do nível 3 com o propelente. Conecte o bico da bomba de encher pneu de bicicleta na válvula que está na base sobre um dos CAPs. Afaste todas as pessoas por cerca de 10 metros atrás do local de onde está o foguete. Não lance o foguete em

ruas, avenidas ou praças. Use grandes espaços abertos e vazios, pois este foguete vai facilmente a 100 metros de distância ou mais. Fique atento. Não espere ocorrer acidentes para ser precavido.



Patrocinadores: **CNPq**

Prata **UNIP**

