



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS BLUMENAU
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

MARCOS DE OLIVEIRA

SEQUÊNCIA DIDÁTICA UTILIZANDO ASTRONÁUTICA E METODOLOGIAS
ATIVAS PARA O ENSINO DE MECÂNICA NO ENSINO MÉDIO

Blumenau
2022

Marcos de Oliveira

SEQUÊNCIA DIDÁTICA UTILIZANDO ASTRONÁUTICA E METODOLOGIAS
ATIVAS PARA O ENSINO DE MECÂNICA NO ENSINO MÉDIO

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Santa Catarina - Campus Blumenau no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador(a): Prof. Dr. Esley Scatena Gonçalves
Coorientador: Prof. Dr. Alexandre Miers Zobot

Blumenau

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

de Oliveira, Marcos
SEQUÊNCIA DIDÁTICA UTILIZANDO ASTRONÁUTICA E
METODOLOGIAS ATIVAS PARA O ENSINO DE MECÂNICA NO ENSINO
MÉDIO / Marcos de Oliveira ; orientador, Esley Scatena
Gonçales, coorientador, Alexandre Miers Zobot, 2022.
84 p.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade
Federal de Santa Catarina, Campus Blumenau, Programa de Pós
Graduação em Ensino de Física, Blumenau, 2022.

Inclui referências.

1. Ensino de Física. 2. Ensino de Física. 3. Sequências
Didáticas. 4. Metodologias Ativas. 5. Mecânica. I. Scatena
Gonçales, Esley . II. Miers Zobot, Alexandre. III.
Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós
Graduação em Ensino de Física. IV. Título.

Marcos de Oliveira

SEQUÊNCIA DIDÁTICA UTILIZANDO ASTRONÁUTICA E METODOLOGIAS ATIVAS
PARA O ENSINO DE MECÂNICA NO ENSINO MÉDIO

O presente trabalho em nível de Mestrado foi avaliado e aprovado, em 13 de setembro de 2022, pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr. Esley Scatena Gonçalves
Instituição Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

Prof. Dr. Lucas Natalio Chavero
Instituição Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

Prof. Dr. Júlio César Tomio
Instituição Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC – Joinville

Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.



Coordenação do Programa de Pós-Graduação



Dr. Esley Scatena Gonçalves
Orientador(a)

Blumenau, 2022

Aos meus filhos Naiara, Júlia e Thales que sempre foram os verdadeiros motivos dos meus esforços em crescer como profissional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha esposa Juliete por seu carinho e compreensão durante o desenvolvimento dessa jornada, especialmente nos momentos em que parecia não ser possível.

À equipe de professores do MNPEF e aos servidores do Campus UFSC – Blumenau, sempre atentos e prontos para atender com toda atenção e qualidade.

Agradeço especialmente aos Professores Daniel Girardi, Esley Scatena Gonçalves e Lucas Natálio Chavero que se desdobram em esforços para garantir um programa de qualidade para os alunos que cursam o MNPEF no Campus – UFSC - Blumenau.

Aos queridos amigos Giancarlo Schlüter e Joceli Fabrício Coutinho por serem grandes incentivadores para essa jornada em um momento tão difícil da vida.

Agradeço ainda, de forma especial, a meu estimado coorientador Alexandre Miers Zobot que acreditou, antes de mim, que esse passo seria possível. Incentivou-me a cursar, quase aos cinquenta anos, uma pós-graduação com nível de mestrado.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

RESUMO

A Sequência Didática é uma metodologia educativa que vem ganhando cada vez mais espaço nas escolas. Especialmente com a novo currículo do ensino médio em virtude da nova Base Nacional Comum Curricular. A presença das trilhas de conhecimento e novos componentes curriculares têm feito com que as sequências didáticas sejam popularizadas entre os professores. A Sequência Didática é um conjunto de atividades, técnicas e intervenções planejado passo a passo por meio do instrutor para que a compreensão do conteúdo ou tema proposto seja alcançada pelos alunos. É uma pesquisa bibliográfica e disciplinar que tem como objetivo: falar sobre o processo didático como forma de direcionar o estudo da Física, estimulando o aluno a conhecer métodos didáticos usados em uma sequência didática. Pode-se concluir que a Sequência Didática é uma metodologia que aguça a investigação científica, valoriza o domínio qualificado vivenciado pelos estudantes nas diversas modalidades de técnicas didáticas apresentadas. Essa dissertação relata uma sequência didática planejada e aplicada para o ensino da dinâmica newtoniana nos primeiros anos do ensino médio. Este projeto foi executado no segundo semestre de um ano em que as escolas estavam voltando a introduzir seus alunos no aprendizado presencial, em meio a pandemia do COVID-19. Foram realizadas seis etapas, com propósito de fazer com que o aluno fosse em busca do conhecimento e quebrasse o estigma que o ensino da física é complicado. Muitos estudantes que se mostravam relutantes e com hábitos de estudo pouco regrados antes da aplicação, mudaram seu comportamento e foram dedicados durante a aplicação da sequência didática. A aprendizagem precisa ser cativante ao ponto de fazer com que os alunos queiram frequentar as aulas todos os dias proporcionando uma aprendizagem significativa.

Palavras Chave: Ensino Médio; Sequência Didática; Metodologia Ativa; Ensino de Física.

ABSTRACT

The Didactic Sequence is an educational methodology that has been gaining more and more space in schools. Especially with the new high school curriculum by virtue of the new National Curricular Common Base. The presence of knowledge trails and new curricular components have made the didactic sequences popular among teachers. The Didactic Sequence is a set of activities, techniques and interventions planned step by step by the instructor so that the understanding of the proposed content or theme is achieved by the students. It is a bibliographical and disciplinary research that aims to: talk about the didactic process as a way of directing the study of Physics, encouraging the student to know didactic methods used in a didactic sequence. It can be concluded that the Didactic Sequence is a methodology that sharpens scientific investigation, values the qualified domain experienced by students in the various modalities of didactic techniques presented. This dissertation reports a planned and applied didactic sequence for the teaching of Newtonian dynamics in the first grades of high school. This project was carried out in the second semester of a year when schools were re-introducing their students to face-to-face learning, amid the COVID-19 pandemic. Six stages were carried out, with the purpose of making the student go in search of knowledge and break the stigma that teaching physics is a hard subject. A great number of students who were reluctant and whose study habits were poorly regulated before the application, changed their behavior and were dedicated during the application of the didactic sequence. The learning needs to be engaging to the point of making students want to attend classes every day providing them a meaningful learning.

Keywords: High School; Didactic Sequence; Active Methodology; Physics Teaching.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Foguete no instante t .	29
Figura 2 – Foguete no instante $t + \Delta t$.	29
Figura 3 – Aula 1 da SD.	31
Figura 4 – Aula 1 da SD.	32
Figura 5 – Aula 2 da SD.	32
Figura 6 – Aula 3 da SD.	33
Figura 7 – Estação 1.	34
Figura 8 – A aranha “Arabella” em sua teia espacial no Skylab 3.	35
Figura 9 – O chimpanzé-astronauta Ham foi um dos bichos que sobreviveu as primeiras viagens espaciais.	35
Figura 10 – A cadela Laika foi o primeiro ser terrestres a realizar um voo orbital.	36
Figura 11 – Estação 2.	37
Figura 12 – Estação 3.	38
Figura 13 – Ilustração original de “Da Terra à Lua”, de Júlio Verne (1865).	38
Figura 14 – Estação 4.	39
Figura 15 – Exploração Espacial.	40
Figura 16 – Conhecendo as Leis de Newton.	41
Figura 17 – Proposta de Quadro.	41
Figura 18 – Exercício de Aplicação 1	43
Figura 19 – Tutorial MOBFOG.	44
Figura 20 – Lançamento dos Foguetes 1	45
Figura 21 – Lançamento dos Foguetes 2	45
Figura 22 – Estudar Física	47
Figura 23 – Dificuldades da Física	47
Figura 24 – Questões de Física	48
Figura 25 – Desempenho em Física	48
Figura 26 – Leis de Newton	49
Figura 27 – Impulso de uma Força 1	49
Figura 28 – Momento Linear	49
Figura 29 – Massa x Peso	50
Figura 30 – Peso de um Corpo	50
Figura 31 – Segunda Lei de Newton	52
Figura 32 – Terceira Lei de Newton	52
Figura 33 – Primeira Lei de Newton	53
Figura 34 – Teorema do Impulso	53
Figura 35 – Função Horária das Posições	54
Figura 36 – Conservação do Momento	54
Figura 37 – Impulso de uma Força 2	54
Figura 38 – Relação Vetorial	55
Figura 39 – Sistemas Isolados	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores de γ para algumas velocidades

27

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVOS GERAIS	14
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1 TEORIA DE AUSUBEL	15
2.2 TEORIA DE VYGOTSKY	19
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	24
3.1 A MECÂNICA CLÁSSICA NO ENSINO MÉDIO	24
3.2 PRIMEIRA LEI DE NEWTON	25
3.3 DEFINIÇÃO DE MOMENTO	26
3.4 CORREÇÃO RELATIVÍSTICA	27
3.5 O PRINCÍPIO DO MOMENTO	27
3.6 A CONSERVAÇÃO DO MOMENTO	28
4 ETAPAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	31
4.1 PRIMEIRA ETAPA	31
4.2 SEGUNDA ETAPA	33
4.2.1 ESTAÇÃO 1 – ANIMAIS NO ESPAÇO	34
4.2.2 ESTAÇÃO 2 – PESQUISA ONLINE	36
4.2.3 ESTAÇÃO 3 – ARMAS ANTIGAS	37
4.2.4 ESTAÇÃO 4 – PRESENTE E FUTURO	38
4.3 TERCEIRA ETAPA	40
4.4 QUARTA ETAPA	42
4.5 QUINTA ETAPA	43
4.6 SEXTA ETAPA	44
5 ANÁLISE DE RESULTADOS	46
5.1 LEVANTAMENTO DE CONCEPÇÕES PRÉVIAS	46
5.2 DESEMPENHO APÓS A APLICAÇÃO DA SD	51
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
REFERÊNCIAS	58
APÊNDICE – PRODUTO DIDÁTICO	60

1 INTRODUÇÃO

Existem diversos métodos de ensino, a aprendizagem tem uma ligação direta com as emoções e com a participação do indivíduo. O ensino tem como propósito criar possibilidades nas quais o estudante produza seu próprio conhecimento. Com o avanço tecnológico os alunos mudaram e passaram a exigir metodologias mais inovadoras no ensino (Freire, 2004; Chassot, 1993; Moreira, 2018).

Devido a esse avanço surge uma necessidade tanto das escolas quanto dos professores em se adequarem e atualizarem seus métodos de ensino, a fim de manter os alunos mais interessados durante a aula e propiciar que eles participem e se desenvolvam através de novas metodologias. No estudo da física a que se refere a mecânica clássica, existe um vínculo matemático, questão que pode ser de dificuldade para alguns estudantes. Devido a este problema há uma certa insatisfação e uma dificuldade na aprendizagem da mecânica, trazendo baixos rendimentos (Moreira, 2018).

Essa dificuldade faz com que os alunos passem a não gostar da matéria, se dedicando menos a ela, o que causa uma queda ainda maior no rendimento, já que eles passam a ficar desmotivados, principalmente nos momentos de estudo solo. Devido ao método de ensino apresentado por algumas editoras, a forma na qual está preconizada o ensino nos livros é desanimadora, então os alunos acabam largando de lado o estudo do assunto (Freire, 2004; Moreira, 2018).

O aprendizado da área matemática e científica mostrada primordialmente por conter uma metodologia um tanto que impertinente não desperta um grande apetite por ela. Entretanto, mesmo que tais estudos não possam ser dispensados e sejam cruciais para o avanço das atividades futuras, a forma que elas vêm sendo apuradas têm causado com que se desvançam em pouco tempo. Com a sobrecarga de tantas fórmulas os indivíduos não conseguem manter por muito tempo tudo que aprenderam, conseguindo apenas reter o suficiente para fazer as provas. Sem conseguir reter tais conhecimentos estudados anteriormente nas provas e atividades futuras, eles terão que reaprender os assuntos (Ausubel, 2003).

O foco central da mecânica clássica é o conhecimento sobre os movimentos. O objetivo de tais pesquisas é sempre poder explicar de como e porque os movimentos dos corpos, partículas ou conjunto de corpos acontecem usando uma linguagem matemática. Portanto, sendo dessa maneira mais atraente o estudo desses fenômenos por meio da metodologia ativa de aprendizagem, de tal forma que os

alunos absorvam melhor e tenham fome de aprender mais sobre esses fenômenos que fazem parte das nossas vidas (Taylor, 2013).

Sem um personagem que atue incentivando e propiciando para o acadêmico um cenário que ele possa se localizar em sua realidade, os estudos começam a apontar a direção de um elevado grau de distração por parte dos estudantes (Figueira, 2011).

Ao apresentar atividades instigadoras e deslumbrantes, eles são capazes de aguçar curiosidade sobre os alunos e, como consequência, fazendo se interessarem e terem vontade de estudar mais a fundo os temas pelos quais se interessaram (Pires; Veit, 2006).

De tal maneira agregar assuntos importantes da astrofísica e demais áreas das ciências naturais podem formar um caminho formidável. A corrida espacial com a participação de instituições privadas, a cooperação de várias agências espaciais multinacionais, tudo isso formam as linhas de largada para assuntos atrativos e únicos, despertando nos alunos a ânsia de inovação de mecânica clássica, principalmente no formalismo newtoniano (Antunes et al., 2018).

As sequências didáticas devido a apresentação de diversas metodologias de ensino, se tornam atrativas para o estudante, podendo através delas o estudo do assunto mais complexo ou matéria mais odiada passar a ser mais fluído e facilitado, propiciando a aprendizagem (Zabala, 1998).

A sequência didática também proporciona um interesse maior dos estudantes pelos assuntos, bem como pode dispor de metodologias ativas de aprendizagem, tornando o aluno a peça chave para o conhecimento e obtendo sua participação em todas as etapas da aprendizagem, podendo vincular até a metodologia híbrida concentrando os estudos em ambos os espaços, sendo eles o presencial e o virtual (Moran, 2018).

A metodologia que o professor deverá instituir nas aulas deverá incentivar que os alunos se destaquem nos seus estudos. As implementações de tais metodologias poderiam agregar aos estudantes contato com atividades de diversas formas e níveis.

A despeito do método utilizado para propor a aprendizagem diligente, é fundamental que o aluno pense, reflita e compreenda que o conjunto de todas essas ações formam a aprendizagem.

Diante do exposto, este estudo objetiva construir uma sequência didática composta por metodologias ativas e temas atuais e pertencentes a realidade do aluno

para uma aprendizagem significativa de cinemática e dinâmica no primeiro ano do ensino médio. A fim de atender o objetivo proposto foram selecionados os objetivos descritos a seguir.

1.1 OBJETIVOS GERAIS

Partindo do pressuposto de que o ensino de ciências, especialmente a física, precisa passar por reformulação para que o interesse em seus temas surja nas gerações atuais e futuras, o objetivo central deste trabalho será a construção de um produto educacional capaz de proporcionar esta via. Assim nosso objetivo principal é:

Construir uma sequência didática (SD) composta por metodologias ativas e temas atuais e pertencentes a realidade do aluno para uma aprendizagem significativa de cinemática e dinâmica no primeiro ano do ensino médio.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conhecer através de entrevista ou questionário a estrutura cognitiva dos alunos.
- Definir temas relevantes e atuais que possam despertar o interesse dos estudantes para a ciência.
- Identificar as relações entre dinâmica e cinemática e os temas geradores que serão discutidos.
- Demonstrar as leis de Newton, impulso e quantidade de movimento através da aplicação em lançamento de foguetes.
- Elaborar e utilizar exercícios e problemas cujas soluções estejam ligadas aos conceitos desenvolvidos na SD.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Teoria de Ausubel

A aprendizagem significativa ocorre quando a lógica de aprendizagem passa a ter significado para o estudante, propiciando que o conhecimento prévio apresentado pelo aluno seja valorizado. Com este método é permitido que o conhecimento prévio proporcione novos conhecimentos por meio de uma estrutura cognitiva já existente capaz de favorecer novas aprendizagens a partir do que já se sabe ou conhece (Moreira; Masini, 1982).

“[...] deslocou o nosso olhar para o aluno como sujeito de aprendizagem, em particular, para os conceitos preexistentes do aluno como reguladores da sua própria aprendizagem.” (CACHAPUZ, 2000, p.6).

De acordo com essa teoria, entende-se que as novas informações precisam se basear principalmente no conhecimento presente, promovendo a incidência de aprendizagem de primeira classe e de alta qualidade. De acordo com Ausubel: “É no caminho do conhecimento significativo que o lógico que significa aprender substâncias se converte em psicológico que significa para o aprendiz” (Ausubel 1963, p. 58). De acordo com Ausubel *et al* (1980), se desejássemos reduzir a psicologia instrucional a um único princípio, seria: O elemento mais vital que influencia o estudo é o que o aluno já sabe. Ele descobre o que sabe e baseia seus ensinamentos nisso (Ausubel *et al*, 1980, p.137).

O mecanismo de dominação das áreas significativas, é o que leva o aluno a uma contextualização real do que lhe é apresentado, fazendo com que aumentem ideias, resolvam problemas e se envolvam em conteúdos, fazendo uso dos princípios para o dia a dia. Também de acordo com a teoria de Ausubel, existem três benefícios críticos sobre o aprendizado mecânico e/ou normal.

Os quais são:

- O conhecimento adquirido de maneira significativa é retido e lembrado por mais tempo;
- A capacidade de aprender outros conteúdos de uma maneira mais fácil aumenta mesmo a informação original sendo esquecida;
- Por último, uma vez esquecida, facilita a aprendizagem seguinte (Ausubel *et al*, 1980, p.137).

Para promover uma aprendizagem significativa, é fundamental o contexto escolar na experiência existencial ou acadêmica, tornando-o geralmente dinâmico e

propagado para que o aluno se preocupe com o processo de estudo. Com isto o aluno participa ativamente das aulas, assimilando conteúdos que lhes são passados e os relacionando com experiências anteriores. Estabelecendo tipos especiais de relações entre fatos, objetos, atividades e conceitos, permitindo que este aluno use o que é descoberto em condições únicas e habilidosas diariamente.

De acordo com Ausubel (1976), para que o domínio significativo tome grandes proporções é fundamental que o educador tenha disposição para analisar o conteúdo e que esse seja significativo. E cabe a cada educando filtrar os conteúdos que têm significância ou não para eles. Portanto, fica claro que essa forma de ensino exige que o estudante participe ativamente dela, pois está sem demora associada à informação prévia que esse estudante já possui.

Geralmente eles participam com repetições de frases e raciocínios do próprio professor. E quando fazem perguntas, refletem mais a falta de compreensão da linguagem do professor do que as dúvidas. Nesse sentido, torna-se essencial uma interação otimista entre o professor e o estudante.

Portanto, para que isso aconteça, o professor tem que pensar já em seu planejamento de atividades as oportunidades de interação dos alunos com o conhecimento, desenvolvendo ambientes nos quais os estudantes possam sem medo apresentar seus argumentos, estejam ou não certos.

Nesse sentido, Gasparini (2001, p. 8) nos lembra que os alunos: “são seres humanos mais jovens que transitam paixão, sentimento, emoção, entusiasmo, movimento. Eles anseiam por liberdade para imaginar, saber, ver tudo, experimentar, sentir. Pensar e fazer, o emocional e o intelectual, estão entrelaçados, de modo que são completos em tudo o que fazem.” Nesse contexto, para que o educador seja capaz de provocar o aprendizado, o planejamento do ensino deve ser feito levando em consideração a elaboração de questões que instiguem o aluno a refletir, a buscar soluções através do conhecimento presente, exercitando o leque de probabilidades de resposta.

Pois este exercício é o que leva a uma aprendizagem significativa. É imprescindível fazer como Santos (2008, p.65) recomenda: “provocar sede” de aprender, tornando o conteúdo do material fascinante para o aluno. Mas para isso, o educador tem que aprender com segurança o conteúdo do material a ser trabalhado, tornando o treinamento excitante, interessante, desafiador para que o aprendiz busque respostas. Tal proposta pode ser uma consulta associada a alguma coisa

treinada por meio dos alunos, um filme, um vídeo rápido, uma demonstração de um teste e até uma imagem. Santos (2008, p.73), apresenta as sete atitudes recomendadas nos ambientes de aula:

1. Dar sentido ao conteúdo: toda aprendizagem parte de um significado contextual e emocional.
2. Especificar: após contextualizar o educando precisa ser levado a perceber as características específicas do que está sendo estudado.
3. Compreender: é quando se dá a construção do conceito, que garante a possibilidade de utilização do conhecimento em diversos contextos.
4. Definir: significa esclarecer um conceito. O aluno deve definir com suas palavras, de forma que o conceito lhe seja claro.
5. Argumentar: após definir, o aluno precisa relacionar logicamente vários conceitos e isso ocorre por meio do texto falado, escrito, verbal e não verbal.
6. Discutir: nesse passo, o aluno deve formular uma cadeia de raciocínio pela argumentação.
7. Levar para a vida: o sétimo e último passo da (re) construção do conhecimento é a transformação. O fim último da aprendizagem significativa é a intervenção na realidade. Sem esse propósito, qualquer aprendizagem é inócua.

Portanto, para que a aprendizagem significativa aconteça com certeza, o desafio do educador é adotar uma postura de mediador entre o aluno e o conhecimento. Sua atuação precisa levar em conta que o aluno não é mais um mero receptor de informações, mas o problema do conhecimento.

A teoria de Ausubel é pautada no cognitivismo, propiciando por meio da ancoragem o aprendizado. O assunto é devidamente aprendido quando o estudante consegue entender e armazenar novas informações. A aprendizagem significativa ocorre quando conhecimentos novos se ligam a conhecimentos pré-existentes, causando mudanças no seu cognitivo.

Quando o estudante não possui esses conhecimentos prévios ou possui, mas de forma deficiente, o educador deve desenvolver metodologias eficazes para ativar o conhecimento prévio no cognitivo do estudante. Esse material utilizado deve despertar interesse para propiciar a aprendizagem de novos conteúdos e resgatar conteúdos antigos que se liguem aos novos, formando novas redes cognitivas.

Ao ensinar o cálculo de velocidade, para que o entendimento seja completo deve ser ensinado cálculo de velocidade média, velocidade em certo instante, espaço

percorrido. Porque com todas estas variáveis ele consegue calcular a velocidade em qualquer instante, o que propicia que o conhecimento seja instaurado por diversos parâmetros diferentes sobre o mesmo estudo, facilitando o processo de aprendizagem.

As atividades colaborativas, presenciais ou virtuais, em pequenos grupos, facilitam a aprendizagem significativa por proporcionarem a troca, argumentação e negociação de significados, colocando o professor no papel de mediador. Porque a Física é feita com argumentos sobre fenômenos, sobre interpretações de fatos científicos, é preciso atualizar um ponto de vista com justificativas para transformar seriamente fatos e registros em evidências.

Mesmo quando se trata de como trabalhar adequadamente a Física nas escolas, surge invariavelmente a questão do método experimental, entre outras, cuja importância é identificada por professores e alunos (AXT et al, 1996). Com base nessas ideias, refletir sobre o ensino e a aprendizagem da Física mostra se a atenção das práticas científicas é dada aos alunos e como elas são realizadas em sala de aula.

Uma ideia central que emerge é a importância da investigação e argumentação no ensino de física, visto que estas são práticas essenciais nesta área do conhecimento. As recentes reformas curriculares destacaram a importância das práticas científicas de investigação e argumentação vivenciadas por estudantes em situações de ensino e estudo de física (NGSS, 2012; MEC, 2017).

Nesse sentido, avaliações externas e em larga escala em todo o mundo (PISA e TIMSS, por exemplo) e também no Brasil (SAEB e Prova Brasil, entre outros) têm buscado cada vez mais localizar estratégias de práticas científicas a serem avaliadas, reconhecendo que instruir e aprender a física vai além da memorização de fatos e conceitos.

Além das metodologias apontadas acima, atualmente existem muitas ciências aplicadas que contribuem para a parte pedagógica que proporcionam novas abordagens de transmissão e articulação do conhecimento, com aulas mais atrativas, mais dinâmicas, tornando o domínio do aluno mais fascinante e significativo, como TVs, DVDs, computadores, projetores, internet e outros. Por meio dessas tecnologias é viável ilustrar as aulas, tornando-as mais atrativas, permitindo que os alunos percorram as condições reais do tema que está sendo abordado.

2.2 Teoria de Vygotsky

A genialidade das teorias e ideias do brilhantíssimo Vygotsky é a longitude frequentemente assentada entre os processos psicológicos elementares e as funções psicológicas superiores. Essa deferência sustenta uma grande e extensa história na psicologia (Vygotsky, 1994; Cole, 1985).

É fundamental ressaltar que tal termo “função” que funciona em conjunto com a noção de “ação”, foram os que tiveram maior foco sobre as pesquisas desenvolvidas na antiga União Soviética (Zinchenko, 1985). Mantendo como foco a explicação dos fenômenos psicológicos em termos de função mental (qual o encargo da mente?), fica visível que Vygotsky tinha primeiramente o interesse no estudo sobre o indivíduo que estava em “atividade prática” (executando funções básicas como lembrar, raciocinar, etc.) e não em entidades cognitivas abstratas estas como “esquemas”, “modelos mentais” e outros construtos da psicologia contemporânea, os quais teoricamente existem no “interior da cabeça” da pessoa, não dependendo da atividade que a pessoa estiver executando.

Para Vygotsky, a criação e utilização dos signos que ajudam a solucionar adversidades psicológicas (comparar, lembrar e usar o raciocínio) e simular a criação e a utilização de instrumentos, porém agora na área psicológica (Vygotsky, 1994). De tal forma, justificadamente, os signos podem ser chamados de “ferramentas psicológicas”. Assim, Vygotsky citou como exemplo a utilização de ferramentas psicológicas tais como a fala, os diferentes jeitos de matemática (numeração e cálculo), simbolismos algébricos, as várias formas de arte incluindo a escrita, todas as formas de designar convencionais (Vygotsky, 2004)

Uma implicação do modo de como é feita a abordagem vygotskiana para o ensino sobre a Física é a afirmação de que a inserção de um novo signo nas atividades psicológicas irão causar uma transformação espontânea fundamental das funções mentais superiores. Um novo texto de apoio, um experimento didático ou uma simulação computacional, entre outras várias inovações, têm o potencial de causar mudanças significativas no modo como os estudantes conseguem realizar determinadas atividades mentais, ou também, ainda, podem propiciar aos estudantes uma forma de realizar algumas atividades mentais que não poderiam ser executadas sem a ajuda do signo em questão.

Se voltarmos às origens deste processo e observarmos o modo como crianças pequenas passam a dominar a multiplicação (isto é, sua base

dinâmica causal), presenciaremos o desenvolvimento de um método baseado no uso de signos. Inicialmente, a criança aprende a multiplicar formando conjuntos com igual número de elementos (por exemplo, três grupos de quatro blocos) para depois somar o número total de elementos. Mais tarde, a criança passa a utilizar a tabuada para obter o resultado de certas multiplicações. Em um estágio inicial deste processo, a criança só consegue fornecer o resultado correto de uma multiplicação mediante o uso da tabuada. Com o tempo, após um longo processo de repetição, estas operações se tornam mecanizadas, dando a falsa impressão de não serem mediadas. Este tipo de análise, que retorna à origem do processo e revela suas relações dinâmicas reais ao invés de enumerar suas características externas, chamou de análise genotípica (explicação). É por isso que a maioria dos estudos empíricos de Vygotsky envolvia crianças. Sua intenção era mapear a origem de certas funções superiores para entender a sua dinâmica. Os pontos de “viragem” no desenvolvimento mental da criança estão associados ao domínio (internalização) de novas formas de mediação. A partir deste exemplo, podemos inferir que quando uma função mental parece não envolver mediação, há apenas duas explicações possíveis: (a) ou trata-se de uma função elementar, comum a outros animais (não humanos); (b) ou trata-se de uma função superior fossilizada (Vygotsky, 1994).

Por exemplo, aprender a lidar com uma conglomeração de dados de uma observação experimental pode empregar uma técnica particular de construção de gráficos e ajudar os estudantes a perceberem certos padrões de comportamento do sistema, exibindo características que não poderiam ser reveladas a partir do uso de outros modos de mediação (por exemplo, como uma equação). Uma das ideias básicas é que novas ferramentas psicológicas podem proporcionar novas possibilidades para os estudantes.

Entretanto, para que isso ocorra, é necessário que o estudante consiga dominar as atividades tendo como base um uso do novo signo. Para que isso aconteça, é necessário que tais atividades sejam conduzidas no plano interpsicológico da sala de aula, levando o aluno a realizar várias atividades que em colaboração com outros sujeitos tais como o professor ou os colegas mais experientes nas atividades em grupo.

Como tais formas superiores de função mental são relações sociais internalizadas, as mudanças nas organizações de processos sociais devem levar às mudanças nas organizações do funcionamento psicológico individual. Atribuir aos alunos um papel mais ativo nas várias atividades que foram desenvolvidas no contexto

da sala de aula, sobre o exemplo da aprendizagem baseando-se em investigação (aprendizagem baseada em inquérito), podem levá-lo ao desenvolvimento da autonomia.

O método genético de Vygotsky pode ser resumido da seguinte maneira: todas as funções mentais superiores devem ser estudadas utilizando-se a análise genotípica; o desenvolvimento das funções mentais superiores deve ser descrito tanto em termos de mudanças qualitativas (radicais) quanto em termos de incrementos quantitativos; os principais pontos de “viragem” no desenvolvimento envolve mudanças nas formas de mediação utilizadas; o entendimento completo dos processos psicológicos requer o exame de várias linhas de desenvolvimento (evolutiva, histórica e ontogenética), cada qual governado por um conjunto próprio de princípios explicativos (Pereira; Junior, 2014).

De acordo com Vygotsky, as pessoas ao entrarem em contato com outros membros da sociedade, internalizam hábitos e signos culturais que contribuem para desenvolver os seus pensamentos e suas personalidades. Esse é um processo em que a escola e os sistemas de educação têm um papel em destaque, pois além de serem responsáveis pelas disfunções dos conhecimentos científicos elaborados e acumulados pela humanidade, o aprendizado escolar exerce influência decisiva no desenvolvimento das funções psicológicas superiores (atenção deliberada, memória lógica, capacidade para comparar e diferenciar), justamente na fase em que elas estão em amadurecimento (Rego, 1995). Essa prática possibilita que as crianças tenham consciência dos próprios processos mentais (processo metacognitivo).

O conhecimento escolar é potencialmente um grande incentivador de zonas de desenvolvimento, pois desenvolve obstáculos de aprendizagem aos alunos individualmente, e eles, ao contar com a abordagem do professor ou de outros colegas, poderão mais pra frente ultrapassá-los. No entanto, quando se considera o conhecimento da física, pode-se observar que a sua apropriação tem se constituído um obstáculo praticamente intransponível, principalmente quando se detém nos resultados escolares que envolvem tal disciplina.

Agora, não é mais desconhecida a realidade de que estudantes do ensino fundamental e mesmo do ensino médio introduziram graus excessivos de mal-entendidos ou apreciação horrível de padrões corporais ensinados anteriormente (Finkelstein, 2005; Maloney, O’Kuma, Hieggelke, Curtis, & Van Heuvelen, 2001; Leinonen, Asikainen & Hirvone, 2012; Pritchard, Barrantes & Belland, 2009).

Segundo Vygotsky, tal estado de coisas sugeriria que ao longo do ensino de Física a zona de desenvolvimento proximal dos alunos deixou de ser gerada ou ampliada devido ao incômodo ou insuficiência nas explicações, o que pode querer apontar também um baixo nível de desenvolvimento psicológico. Para autores como Robilotta e Babichak (1997, p.41), esse resultado se deve, entre diversos fatores, à ênfase colocada em instruir e conhecer definições, por exemplo, “massa é isso, carga elétrica é aquilo [...]”, prática comum nas escolas brasileiras e que exige que os estudantes tenham níveis excessivos de abstração, atenção e reconhecimento de suas percepções pessoais.

No entanto, Vygotsky adverte que a melhor situação é a utilidade de uma ideia mais cedo ou mais tarde apreendida e formulada em nível sumário, para novas situações concretas que devem ser consideradas nessas mesmas frases abstratas - um tipo de transferência que, em geral, é somente dominada na parada do processo da adolescência. A transição do abstrato para o concreto revela-se tão árdua para os jovens quanto a transição primitiva do concreto para o sumário (Vygotsky, 1987, p.100).

Além disso, Robilotta e Babichak (1997) ressaltam que o incômodo de educar essa fase da definição verbal ou escrita das ideias científicas é que ela sugere que o meio do pensamento está no próprio pensamento, que ele não permite mais interpretações e que é imparcial do contexto em que é afirmado, o que agora não é verdade. A causa para que isso ocorra, ressaltam os autores, é a falta de reconhecimento com a ajuda dos educadores de que a compreensão corporal é distintamente estruturada e que fornecer de fato a definição de um pensamento agora não leva ao aprendizado, sob o argumento de que definir uma ideia recai sobre padrões tão desconhecidos e complicados para estudantes quanto aquele que desejávamos definir.

Considerando esse fato, Vygotsky (1987) afirmou que a instrução direta de padrões é impossível e infrutífera. Um treinador que tenta fazer isso geralmente não obtém nenhum resultado sem verbalismo vazio, uma repetição de frases como um papagaio por meio da criança que simula uma compreensão dos princípios, mas esconde genuinamente um vácuo (Vygotsky, 1987, p. 104). Um exemplo desse cenário é dado pelo físico americano Andrea Disessa (1982) em relação às informações físicas descobertas por meio de um de seus alunos.

Alguns alunos criam um bloqueio com receio do que já foi aprendido tendo uma dificuldade em usar o que aprendeu na interpretação direta do fenômeno da interação e do movimento. Eles percebem e interpretam o mundo de forma uniforme e incompatível com Newton. Um físico possivelmente diria que não reconhece física, embora possivelmente somasse vetores e recitasse $F = ma$ (Disessa, 1982, p.62).

A instância do referido acadêmico pode ser prolongada à forma como os instrutores são formados, pois, de acordo com uma pesquisa realizada por meio de Barbosa, Bellini e Silva (2012), com foco nas representações sociais dos professores, antigamente era determinante que professores de Física do estágio médio fossem capazes de enunciar as leis de Newton, porém tiveram dificuldade em utilizá-las em condições corporais bastante comuns existentes nos livros didáticos de Física. Entre várias razões, do ponto de vista vygotskyano, isso se deve ao fato de que uma ideia agora não é realizada através do treinamento mecânico, nem pode ser transmitida sem demora pelo professor ao aluno.

No conceito de Vygotsky (1987), conhecer afeta o desenvolvimento, assim como o desenvolvimento interfere na aprendizagem, portanto, há uma interdependência entre esses dois conceitos. Especificamente no contexto escolar, Vygotsky (1987, p. 128) aponta que:

[...] os pré-requisitos psicológicos para adquirir conhecimento de disciplinas únicas do corpo docente são basicamente os mesmos; estudar uma preocupação influencia o desenvolvimento de funções superiores além dos limites dessa matéria; as importantes características psíquicas envolvidas no aprendizado de uma série de assuntos são interdependentes – seus fundamentos frequentes são a consciência e o domínio deliberado, as principais contribuições dos anos escolares.

Tais achados compreendem a noção de que a informação difundida nas escolas, apesar de possuir maravilhosas raízes teóricas, experimentais, filosóficas e históricas, é “transmitida” por meio de um elemento cultural frequente, a linguagem falada e escrita, cujos traços englobam abstração, ilustração e conceituação. A Zona de Desenvolvimento Proximal é a fase de melhoria psicológica relacionada com o conhecimento e que é reconhecida através da expressão do potencial atingível da criança para fazer funcionar um empreendimento e/ou resolver um determinado problema com a ajuda de alguém.

Especificamente, a ZDP é a distância entre o nível moderno de melhoria determinado pela capacidade de resolver um problema pessoalmente e o estágio de

desenvolvimento concebível decidido pela capacidade de resolver um problema sob o treinamento pessoal ou em colaboração com um colega de sucesso. (Vygotsky, 1987, p. 86).

Para Vygotsky, o bom conhecimento é aquele que antecede o desenvolvimento. Quando Vygotsky fala em estudar (*obuchenie*, em russo), refere-se a cada um dos processos de instruir e conhecer, pois acredita ser impossível lidar com esses dois elementos de forma independente (Rego, 1995, p. 72).

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A Mecânica Clássica no Ensino Médio

A mecânica estudada na educação básica, aqui chamada de mecânica clássica, está dividida em cinemática, dinâmica e estática dos corpos rígidos. Esta divisão se faz presente, nesta ordem, em quase todos os livros didáticos do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). Autores como Beatriz Alvarenga e Antônio Máximo, da Coleção Física – Contextos e Aplicações. José Roberto Bonjorno e Clinton Márcico Ramos, da Coleção Física Volumes 1, 2 e 3, trazem a mecânica clássica com as mesmas divisões e o mesmo tratamento há mais de 30 anos.

O início do estudo de física no ensino médio, nas coleções citadas, traz uma divisão dos ramos da física em textos nunca superior a duas páginas. Na sequência iniciam os estudos de Algarismos significativos, revisões de conceitos matemáticos de potenciação, notações científicas e o sistema internacional de unidades. Apesar de serem conteúdos necessários para o bom tratamento dos conceitos que serão estudados no ensino médio, constituem um elemento frustrante para o aluno que desejava conhecer mais sobre ciências. Para os estudantes menos interessados essa abordagem inicial irá produzir um desinteresse maior ainda.

Livros utilizados como referência para professores e nos cursos de licenciatura em física apresentam um tratamento semelhante para o estudo da mecânica. O autor Moysés Nussenvig, do Livro Curso de Física Básica e os autores David Halliday, Robert Resnick e Jearl Walker da Coleção Fundamentos da Física Vol. 1, apresentam o mesmo início daqueles citados como obras de ensino médio. Apesar do formalismo matemático ser diferente, a forma de iniciar os estudos é a mesma.

A sequência didática aqui desenvolvida utilizou estas obras como referências, mas tendo como objetivo propor um novo tratamento para o estudo destes conteúdos. Os conceitos abordados nesta SD foram aqueles desenvolvidos por Galileu e Newton, especialmente aqueles apresentados na obra de Isaac Newton.

Embora o formalismo matemático utilizado por Euler e os tratamentos dados à mecânica clássica por Joseph-Louis Lagrange e William Rowan Hamilton sejam mais eficientes para a resolução de certos problemas na mecânica, não estão ao alcance do arcabouço matemático disponível no ensino médio. No entanto, alguns conceitos que são mais explorados pela mecânica avançada, podem ser trabalhados de forma teórica e sem utilizar a matemática envolvida. Apresentar aos estudantes o que são vínculos, como se caracterizam e como se classificam. Demonstrando as restrições de caráter cinemático ao movimento de corpos, que devem ser considerados na formulação de leis da dinâmica, podem ser instrumentos importantes na conquista do interesse maior dos alunos.

Exceção feita a pontos específicos de outros tratamentos da mecânica clássica, os conteúdos desenvolvidos foram todos voltados para Newton e suas leis. Especificamente a SD fez uso da definição original de Newton para a segunda lei, “*A variação de movimento é proporcional à força motriz aplicada; e dá-se na direção da reta segundo a qual a força está aplicada*”. Partindo deste ponto e utilizando uma estrutura com conceitos básicos de matemática, os problemas e os conteúdos foram desenvolvidos e apresentados aos estudantes durante a aplicação da SD.

Para os estudantes os conceitos de impulso e de quantidade de movimento são mais próximos dos conhecimentos que já possuem. As concepções prévias apresentadas por estudantes de ensino médio apresentam um conhecimento de momento linear como sendo o “embalo” e que é de entendimento simples a relação entre o tempo que uma força atua em um objeto e a consequente variação em sua velocidade, ou seja, identificam mais facilmente o conceito de impulso.

3.2 Primeira Lei de Newton

Originalmente Newton escreve a primeira lei do movimento em Latim como sendo:

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

Em uma tradução moderna, utilizada nas aulas de física atualmente, usa-se: “Todo corpo que se encontra em repouso ou em movimento com velocidade constante, tende a manter seu estado, exceto que forças atuantes sobre ele o façam alterar sua condição. (Chabay, 2015, p. 30)

Para o estudante de Ensino Médio é trivial compreender a aplicação dessa lei. No entanto, interpretar corretamente os conceitos de “FORÇA”, “MASSA”, “VELOCIDADE CONSTANTE” e até mesmo “ACELERAÇÃO”, têm se mostrado um tanto difícil. Os conhecimentos prévios que trazem para o estudo da dinâmica no ensino médio provoca uma confusão entre os conceitos de força e pressão. É comum ver estudantes querendo definir força e para isso usando um conceito mais próximo do que é definido como pressão.

Da mesma forma, o conceito de massa mostra-se confuso. Há uma dificuldade em separar o que é peso do que é massa. Esse fato requer um trabalho mais apurado por parte do professor para que os conceitos de massa inercial e massa gravitacional sejam inculcados na estrutura de pensamento do aluno. Embora possam ter o mesmo propósito final, sua diferenciação servirá para que o aluno possa ter claro em sua forma de analisar situações que a massa gravitacional está relacionada a interação com campos gravitacionais. Fator esse que fará com que campos diferentes produzam interações diferentes. Assim, embora a massa não varie de um planeta para outro o peso irá variar proporcionalmente ao campo com o qual interage.

3.3 Definição de Momento

Algumas grandezas físicas estudadas no ensino médio são de difícil compreensão por parte dos estudantes. Esse fato está relacionado a uma impossibilidade de se medir diretamente a grandeza estudada. A observação direta e a possível medida tornam o entendimento mais fácil e conseqüentemente próximo de uma definição mais acertada do ponto de vista da física.

No caso do momento é de fácil entendimento para os estudantes que exista uma grandeza relacionada à velocidade e à massa dos objetos. No entanto, para estabelecer uma forma de medir essa grandeza o processo não se mostra nada trivial. Especialmente se forem tratados movimentos com grandes velocidades. Sendo assim, vamos definir o momento como sendo:

$$\vec{p} = m \times \vec{v} \text{ onde:}$$

\vec{p} = momento linear ou quantidade de movimento

m = massa do objeto

\vec{v} = vetor velocidade

Embora essa igualdade seja válida apenas quando estabelecemos a correção relativística, para os movimentos e situações tratadas na maioria dos casos estudados no ensino médio ela se mostra eficaz.

3.4 Correção Relativística

Para altas velocidades faz-se necessário acrescentar o gama de Lorentz na equação, assim, teremos:

$$\vec{p} = \gamma m \vec{v} \quad \text{onde: } \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{|\vec{v}|}{c}\right)^2}}$$

A unidade de medida do momento linear \vec{p} é o $kg \cdot \frac{m}{s}$. O fator gama será um número positivo, sempre maior ou igual a 1 e adimensional.

Para os valores de velocidades utilizadas no ensino médio o fator gama não altera a equação utilizada anteriormente. No entanto para velocidades maiores cabe a correção. Na tabela abaixo é possível identificar a partir de que valores de velocidade o gama altera o momento em valor considerável.

Tabela 1 – Valores de γ para algumas velocidades. Brasil. 2022.

$ \vec{v} /m/s$	$ \vec{v} /c$	γ
0	0	1,0000
3	1×10^{-8}	1,0000
300	1×10^{-6}	1,0000
3×10^6	0,01	1,0001
3×10^7	0,1	1,0050
$1,5 \times 10^8$	0,5	1,1547
$2,997 \times 10^8$	0,999	22,3663
$2,9997 \times 10^8$	0,9999	70,7124
3×10^8	1	Infinito Impossível

Fonte: Física Básica – Matéria e Interações. p. 61

3.5 O Princípio do Momento

Em livros didáticos de ensino médio e em matérias de sistemas de ensino é comum encontrar a segunda lei de Newton descrita como “O Princípio Fundamental

da Dinâmica”. De fato esse é um princípio fundamental da mecânica que juntamente com o princípio da energia e do momento angular, tornam possível a descrição e uma grande quantidades de fenômenos. (Chabay, 2015, p. 83).

O Princípio do Momento afirma que a variação do momento é igual ao produto da resultante das forças que atuam sobre um corpo ou sistema, pelo intervalo de tempo que essa resultante atua. Assim:

$$\Delta \vec{p} = \vec{F}_{Res} \Delta t$$

Utilizando o cálculo, apenas para uma direção x, teremos:

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \frac{d\vec{p}_x}{dt} = \vec{F}_{Res,x}$$

Para velocidades baixas comparadas à velocidade da luz podemos utilizar:

$$v_x = \frac{p_x}{m} \rightarrow v_x = \frac{F_{Res,x}}{m} t + v_{ix} \text{ pois, para } t = 0 \text{ } v_x = v_{ix} \text{ em que:}$$

$\frac{F_{Res,x}}{m}$ é a taxa com a qual v_x está mudando, ou seja: a aceleração.

Desta forma a força resultante que atua em um sistema será dada por:

$$\vec{F}_{Res} = m\vec{a}$$

Como é conhecida e utilizada na educação básica a segunda lei de Newton ou princípio do momento.

3.6 A Conservação do Momento

O princípio do momento afirma que uma força resultante que atue durante um intervalo de tempo em um sistema irá produzir uma variação proporcional ao produto dessas duas grandezas no momento linear do sistema. Conhecendo a reciprocidade das forças, ou terceira lei de Newton, pode-se esperar que o entorno do sistema também sofra uma alteração em seus momentos. Assim, diz-se que o momento se conserva, ou seja, não se pode criar ou destruir o momento, apenas transferi-lo de um sistema ou corpo para outro. Assim:

$$\Delta \vec{p}(\text{sistema}) + \Delta \vec{p}(\text{entorno}) = \vec{0}$$

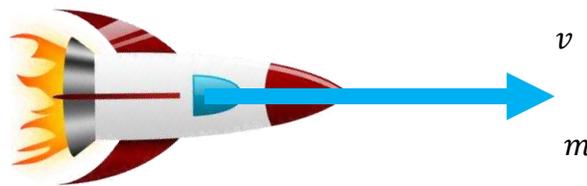
Para um sistema isolado, onde forças externas tem atuação desprezível, podemos afirmar que:

$$\Delta \vec{p}(\text{início}) + \Delta \vec{p}(\text{final}) = \vec{0}$$

Desta forma, em uma colisão entre partículas ou no lançamento de um foguete poderemos utilizar o princípio da conservação do momento para descrever o fenômeno. Vejamos essa aplicação para um foguete:

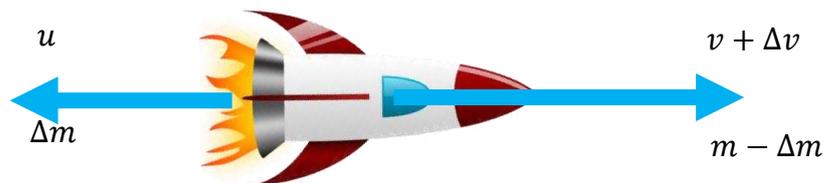
Vamos considerar um instante em que o foguete se encontra distante de forças gravitacionais relevantes. Tomaremos o foguete como sendo um sistema que queima combustível expelindo-o para trás, enquanto é impulsionado para frente. Em certo instante de tempo t o foguete tem velocidade v e massa m (Figura 1). Após um pequeno intervalo de tempo Δt o foguete estará com velocidade $v + \Delta v$ e massa $m - \Delta m$, sendo Δm a massa de combustível queimada que foi expelida para trás com velocidade considerada constante u (Figura 2).

Figura 1 – Foguete no instante t .



Fonte: O autor, 2022.

Figura 2 – Foguete no instante $t + \Delta t$.



Fonte: O autor, 2022.

Considerando o foguete como um sistema isolado, para as figuras 1 e 2, vamos aplicar o princípio da conservação do momento, para isso vamos usar um referencial fixo na terra, onde a massa de combustível expelida apresenta velocidade relativa $v - u$, assim:

$$\vec{p}(2) - \vec{p}(1) = \Delta\vec{p}$$

$$(m - \Delta m)(v + \Delta v) + \Delta m(v - u) - mv = \Delta p$$

$$mv + m\Delta v - \Delta mv - \Delta m\Delta v + \Delta mv - \Delta mu - mv = \Delta p$$

Como $-\Delta m \Delta v$ será um valor muito pequeno, vamos considerar $-\Delta m \Delta v = 0$, assim:

$$m \Delta v - \Delta m u = \Delta p$$

Considerando um intervalo de tempo e a quantidade de combustível queimados como valores infinitesimais, levando em conta que:

$dm = (m - \Delta m) - m = -\Delta m$, assim: $\Delta m = -dm$ e aplicando o formalismo do cálculo, teremos:

$$dp = m dv + dm u$$

Pelo princípio da conservação de momento teremos:

$$dp = 0, \text{ assim: } m dv + dm u = 0$$

Logo: $dv = -\frac{dm u}{m}$

Utilizando a integral para velocidades entre v_0 e v , e massas entre m_0 e m , teremos:

$$\int_{v_0}^v dv = \int_{m_0}^m -\frac{u dm}{m}$$

$$v - v_0 = -u \ln \frac{m}{m_0} \text{ ou então: } v - v_0 = u \ln \frac{m_0}{m}$$

Pode-se usar a seguinte forma:

$$v(m) = v_0 - u \ln \frac{m}{m_0}, \text{ desenvolvida por Konstantin Tsiolkovsky}$$

Exceção feita ao formalismo matemático do cálculo, pode-se utilizar essa equação, bem como a definição do princípio do momento para iniciar os estudos de dinâmica. Fazendo uso de metodologias ativas que coloquem o estudante como protagonista do seu aprendizado, é possível encontrar melhores resultados do que os que se tem em métodos tradicionais.

4 ETAPAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

O produto didático construído e aplicado foi uma sequência didática (SD) para turmas de primeiro ano do ensino médio. A sequência foi dividida em etapas introdutórias, de desenvolvimento e conclusivas. Cada uma das etapas teve como objetivo o desenvolvimento de metas estabelecidas previamente e contou com planos de aula que fazem parte do produto didático, parte integrante desse trabalho. Todos os planos de aula foram pensados de forma a serem flexíveis ao ponto de dar condições de serem adaptados para cada realidade escolar.

4.1 PRIMEIRA ETAPA

Na etapa introdutória buscamos gerar interesse nos estudantes pelo tema abordado. Tendo em vista que assuntos de grande repercussão sempre causam algum interesse, foi utilizado um filme e trechos de reportagens sobre a queda de meteoros na Terra. O filme utilizado foi *Destruição Final: O Último Refúgio*. Trata-se de uma obra de ficção (VIDEOS, 2021). Usamos também uma reportagem da TV Globo exibida em 17/02/2013 (PRASS, 2013) como pode ser visto nas Figuras 3, 4 e 5.

Figura 3 – Aula 1 da SD.



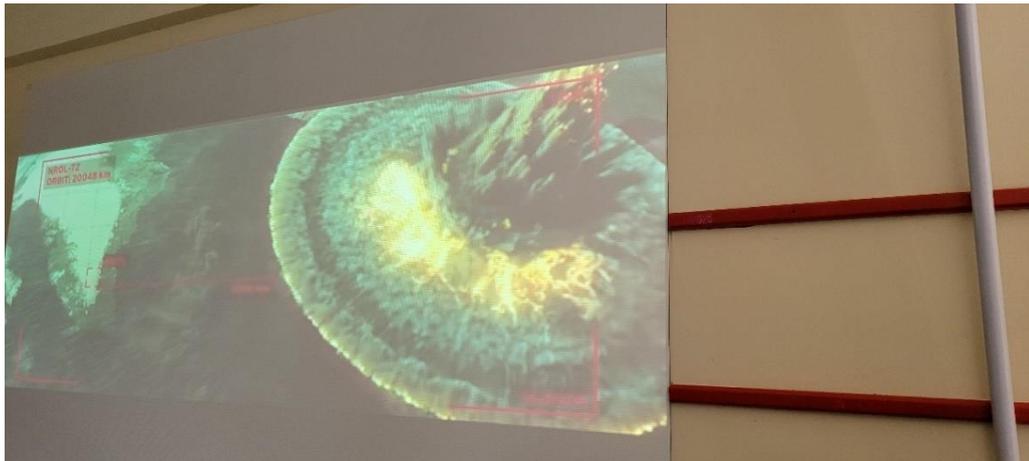
Fonte: Autor, 2021.

Figura 4 – Aula 1 da SD.



Fonte: Autor, 2021.

Figura 5 – Aula 2 da SD.



Fonte: Autor, 2021.

O filme e a reportagem foram utilizados como tema gerador para causar um impacto sensacionalista com os efeitos especiais e o enredo do filme e a reportagem teve como intensão provocar o pensamento de que tal fato é possível de acontecer algum dia.

Na segunda fase da etapa 1 foi exibida a aula 14 do curso de Astronomia e Astronáutica do Canal Astrofísica para todos. Programa de extensão da Universidade Federal de Santa Catarina, como pode ser visto na Figura 6.

O objetivo dessa aula foi mostrar que todas as estrelas têm seu tempo de vida. E o Sol sendo nossa estrela também terá seu fim. Embora o tempo seja distante para a humanidade atual, a preocupação de em um futuro termos que abandonar a Terra, deve existir.

Figura 6 – Aula 3 da SD.



Fonte: Autor, 2021.

Todos os temas escolhidos estavam ligados à fase subsequente, já que a intenção seria falar de foguetes e exploração espacial. A segunda etapa esteve ligada à primeira pela necessidade de escapar da Terra utilizando foguetes ou fazer uso desses artefatos para explorar o espaço em busca de um possível novo lar.

4.2 SEGUNDA ETAPA

Na segunda etapa continuamos trabalhando com temas de grande curiosidade e interesse geral. Fazendo uso da metodologia ativa conhecida como: “Rotação por Estações”, os estudantes foram levados a encontrar respostas para alguns questionamentos tais quais: Como armas de guerra se transformaram em foguetes? Quais os experimentos com animais no espaço foram realizados e por quê? Quem foram os pioneiros e como conseguiram?

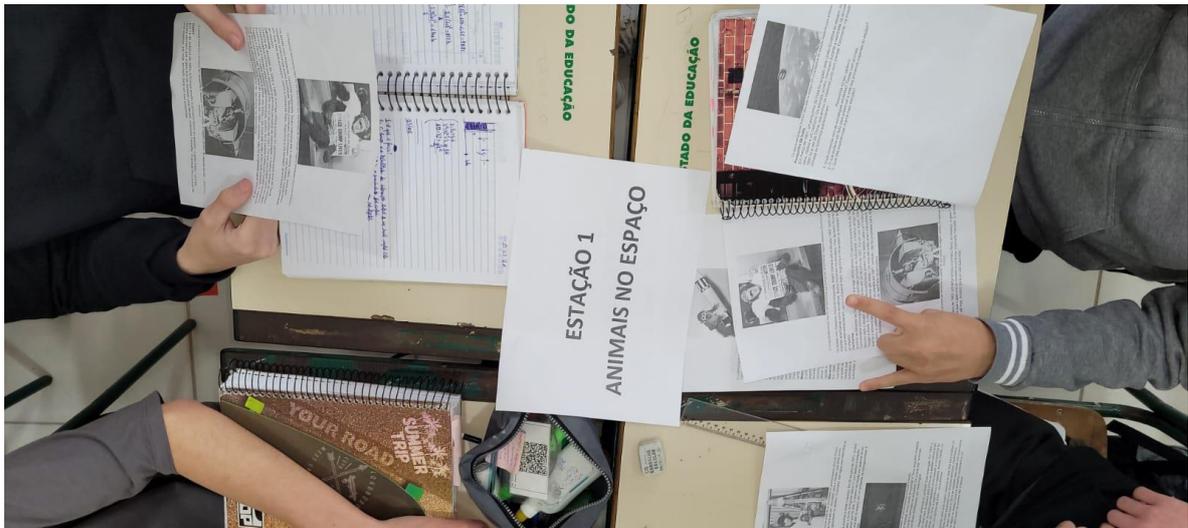
Devido ao tamanho das turmas, matutino e vespertino, cada uma com cerca de 20 alunos, foram criadas 4 estações e as turmas divididas no mesmo número de equipes. Cada estação teve seu objetivo e sua metodologia de trabalho. Inicialmente as quatro equipes foram distribuídas por sorteio e cada uma ocupou uma estação. O tempo dos trabalhos foi cronometrado e cada equipe teve 15 minutos para realizar a tarefa da estação que ocupava. Após esse tempo as equipes rotacionavam. Aquela que ocupou a estação 1 foi para a estação 2, da estação 2 para a 3, o grupo da estação 3 iria para a 4 e dessa para a estação 1. Essas rotações se sucederam até que todos os grupos passassem por todas as estações.

4.2.1 ESTAÇÃO 1 – ANIMAIS NO ESPAÇO

Ao grupo que ocupou essa estação, Figura 7, foi distribuído um texto de uma reportagem Thiago Vinholes. Bichos astronautas: conheça os animais que já foram para o espaço. No texto publicado por Thiago, são apresentados vários momentos em que animais foram utilizados nas pesquisas espaciais. Os estudantes conheceram, o Chipanzé-Astronauta Ham, o macaquinho Albert II, as aranhas Arabella e Anita, e a mais famosa de todos, a cadelinha Russa Laika (VILHOLES, 2016) (Figuras 8, 9 e 10).

Após a leitura do texto impresso os alunos deveriam responder algumas questões que serviram para promover um debate inicial e posteriormente ampliar o debate na segunda fase dessa etapa, que foi realizada em sala com toda a turma. A ideia se mostrou bastante eficiente, visto que provocou grande engajamento e vários pontos de vista foram apresentados pelos alunos na discussão em grupo e no debate em sala.

Figura 7 – Estação 1.



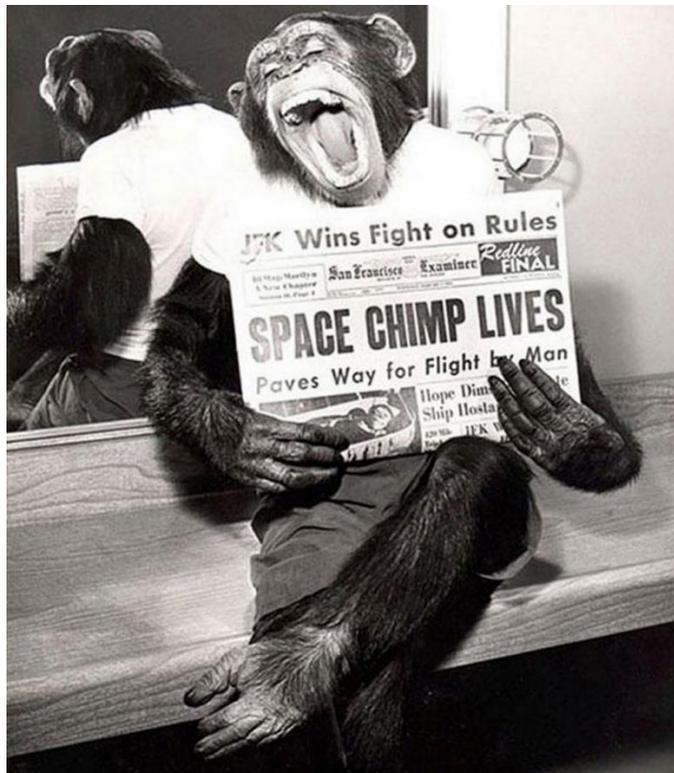
Fonte: Autor, 2021.

Figura 8 – A aranha “Arabella” em sua teia espacial no Skylab 3.



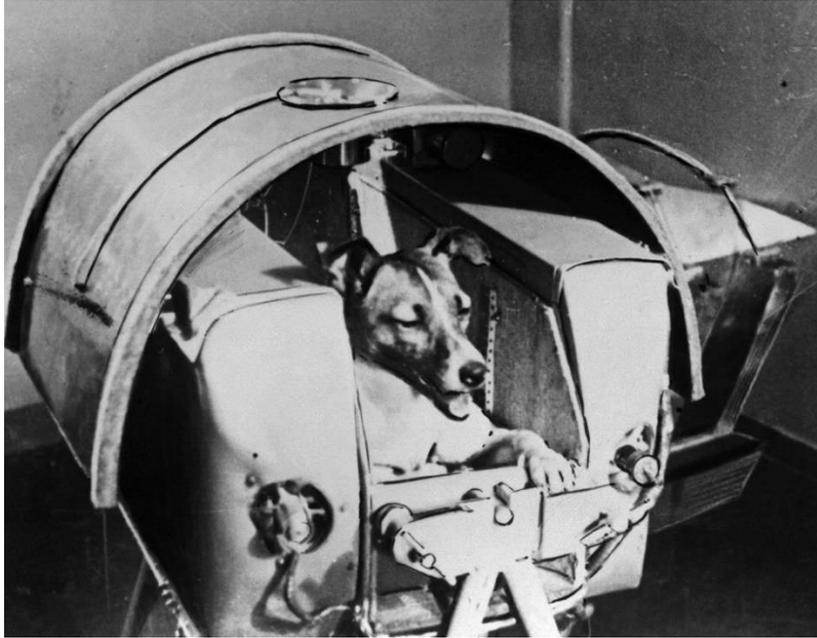
Fonte: NASA, 2022.

Figura 9 – O chimpanzé-astronauta Ham foi um dos bichos que sobreviveu as primeiras viagens espaciais.



Fonte: Domínio Público, 2022.

Figura 10 – A cadela Laika foi o primeiro ser terrestres a realizar um voo orbital.



Fonte: Domínio Público, 2022.

4.2.2 ESTAÇÃO 2 – PESQUISA ONLINE

Ao ocupar a estação 2, Figura 11, os alunos deveriam utilizar seus celulares ou tablets que ficaram à disposição. Com acesso à Internet os alunos deveriam pesquisar sobre os primeiros foguetes utilizados para viagens espaciais. Para facilitar a pesquisa foi fornecido ao grupo algumas palavras chaves que poderiam ser utilizadas no buscador da pesquisa.

Termos como: A batalha de Kai-Keng, levaram os alunos a encontrar histórias sobre os primeiros foguetes utilizados pela Humanidade. Já os nomes de Konstantin Tsiolkovsky, Robert Hutchin Goddard e Wernher Magnus Maximilian von Braun, levaram a resultados que apontavam para novos usos dos foguetes na corrida espacial alavancada pela Guerra Fria entre os EUA e a Rússia.

Nessa estação os resultados foram bastante satisfatórios, visto que cada uma das equipes achou dados e fontes interessantes sobre os primeiros foguetes e também sobre os motivos que levaram as superpotências a fazerem investimentos pesados na corrida espacial. Alguns grupos foram mais atraídos por curiosidades dos primórdios do uso de foguetes e outros acharam mais interessantes as modernidades da tecnologia.

Figura 11 – Estação 2.



Fonte: Autor, 2021.

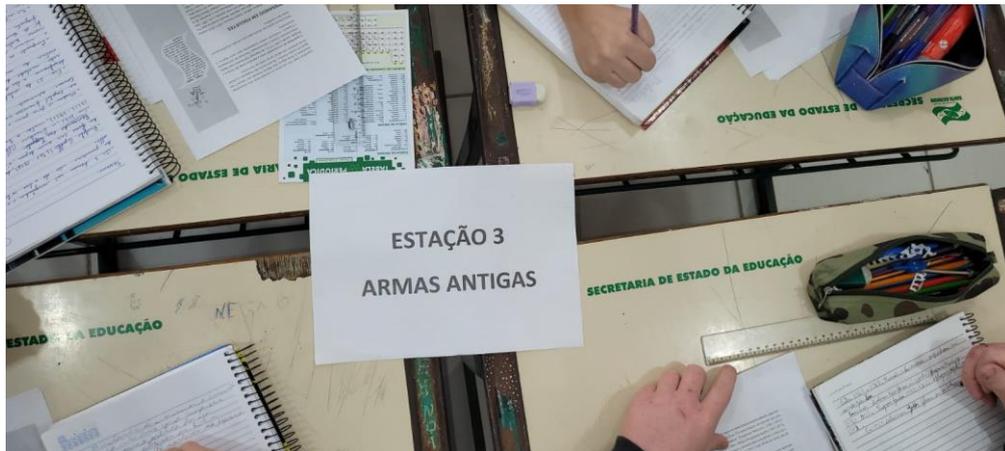
4.2.3 ESTAÇÃO 3 – ARMAS ANTIGAS

Para o trabalho nessa estação (Figura 12) foi utilizado o livro Explorando o Ensino - Fronteira espacial: Astronáutica. – Volume 12. Esse livro fez parte de uma coleção promovida pelos Ministérios da Educação e Ministério da Ciência e Tecnologia no ano de 2009.

Para viabilizar o trabalho no intervalo de tempo que cada grupo teve nessa estação, foi distribuído aos estudantes uma parte do capítulo 4 do livro. Com o material impresso cada estudante pôde fazer a leitura de um trecho e depois explicar do que tratava a parte lida. Esse capítulo traz uma narrativa sobre o desenvolvimento dos foguetes e das viagens espaciais. No entanto, o que chama atenção dos estudantes é a transformação de armas usadas em guerras antigas em instrumentos modernos e cheios de tecnologia como foi o foguete Saturno V, responsável pelas viagens à Lua.

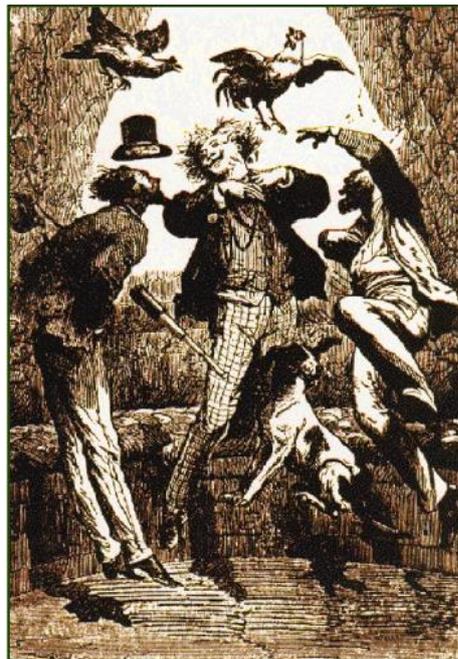
Outra importante observação feita por alguns alunos, mais afeitos a leitura, foi a presença de nomes como Júlio Verne, conhecido por obras já lidas por esses estudantes (Figura 13). No tópico: “Pensando em Foguetes”, muitas curiosidades são tratadas de forma a apresentar o processo de desenvolvimento do pensamento humano sobre foguetes e sua conseqüente criação.

Figura 12 – Estação 3.



Fonte: Autor, 2021.

Figura 13 – Ilustração original de “Da Terra à Lua”, de Júlio Verne (1865).



Fonte: NASA, 2022.

4.2.4 ESTAÇÃO 4 – PRESENTE E FUTURO

Para o desenvolvimento do trabalho na quarta estação os estudantes receberam reportagens e artigos impressos e algumas perguntas para serem respondidas após a leitura (Figura 14). Essas respostas juntamente com outras observações foram levadas para a segunda fase da etapa 4.

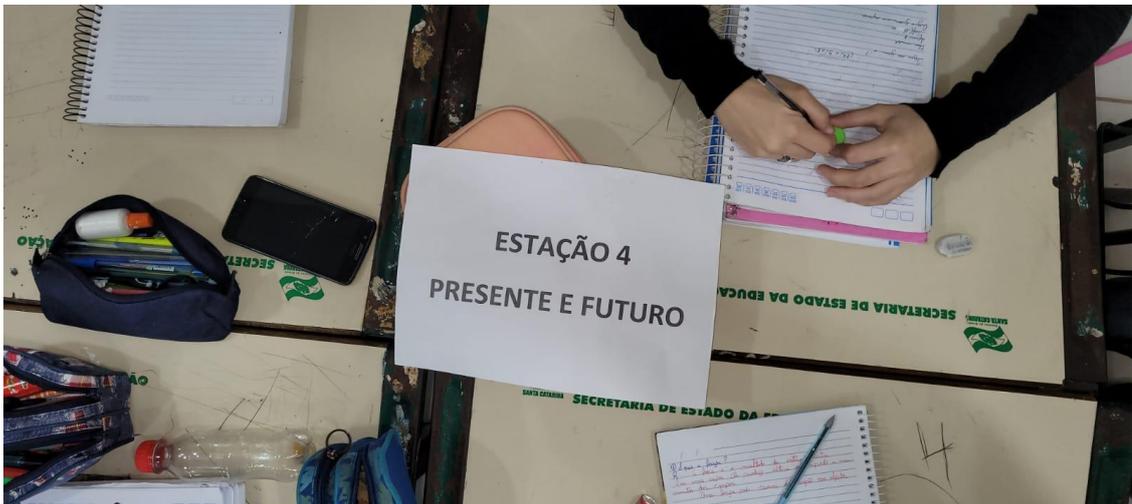
As leituras disponibilizadas para os estudantes foram uma reportagem

disponível na rede mundial de computadores. Publicada em 24/07/2021 a reportagem tem como título A Nova Corrida Espacial e fala sobre a disputa de bilionários americanos pela conquista do espaço (R7.COM, 2021).

Outra reportagem impressa e disponibilizada foi uma publicação da Revista Veja. Na reportagem a revista trata dos novos interesses de algumas potências mundiais e faz um comparativo entre a corrida espacial da guerra fria e a atual.

Ainda nessa estação os estudantes receberam e fizeram a leitura da reportagem do Portal R7, que foi impressa e disponibilizada aos alunos (Figura 15). A matéria tem como título: Corrida Espacial dos Bilionários pode trazer vantagens para todos, e trata dos possíveis avanços tecnológicos que podem ser resultado desse processo.

Figura 14 – Estação 4.



Fonte: Autor, 2021.

Figura 15 – Exploração Espacial. Brasil. 2022.



Fonte: Portal R7, 2022. Disponível em: <https://noticias.r7.com/tecnologia-e-ciencia/corrida-espacial-dos-bilionarios-pode-trazer-vantagens-para-todos-20072021>. Acesso em: 12/08/2022

Na segunda fase dessa etapa foi promovido um debate entre as equipes sobre todos os textos lidos e pesquisados em cada uma das estações. Para isso foi disponibilizada uma aula de 45 minutos e com a mediação do professor os temas foram debatidos fazendo com que a terceira etapa da SD fosse introduzida. Como ligação para a etapa seguinte ficou para os alunos pesquisarem como o lançamento de foguetes e suas viagens espaciais podem ser explicadas do ponto de vista da física.

4.3 TERCEIRA ETAPA

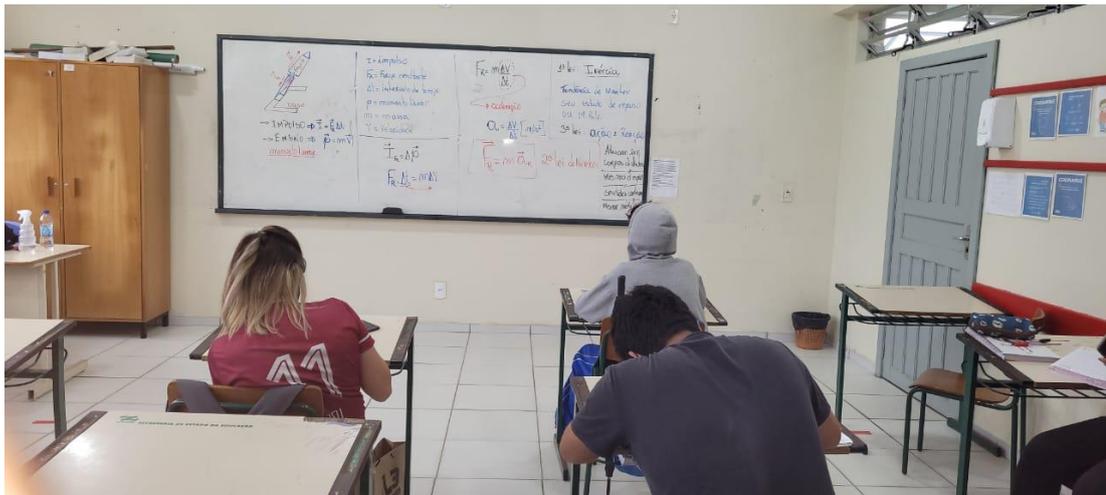
A terceira etapa foi iniciada com uma retomada do questionamento feito ao fim da fase 2 da segunda etapa. Foram ouvidos dos alunos os conceitos de física que acreditavam importantes para o lançamento e voo dos foguetes. Nessa fase surge um conceito que é muito comum em estudantes de ensino médio, tratar o momento linear como “embalo”.

Em suas concepções é simples entender o que é o embalo e que essa grandeza depende diretamente não só da velocidade de um corpo, mas também de sua massa. Com essa discussão e esse entendimento por parte dos alunos, foi

possível apresentar as grandezas impulso e momento linear ou quantidade de movimento como é tratada nos livros textos do antigo Ensino Médio.

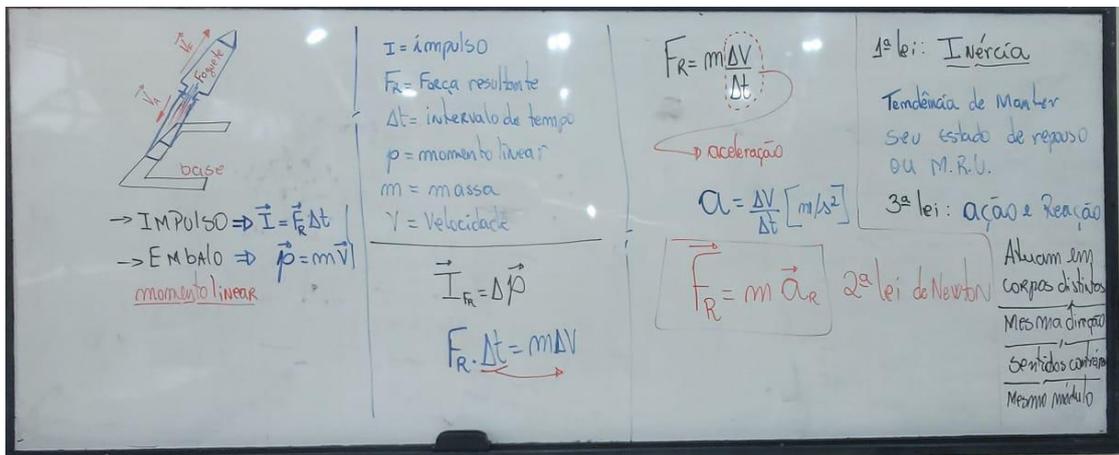
Nessa fase os estudantes tiveram o primeiro contato com o princípio fundamental do momento ou segunda lei de Newton e também com o conceito de inércia e ação e reação. Todas as abordagens foram feitas utilizando o lançamento de um foguete.

Figura 16 – Conhecendo as Leis de Newton.



Fonte: Autor, 2021.

Figura 17 – Proposta de Quadro.



Fonte: Autor, 2021.

A título de exemplo para essa fase foi resolvida durante a aula uma questão do vestibular da FUVEST de 2019 que fala sobre o foguete Saturno V, visto pelos estudantes na etapa anterior. A questão está disponível em diversos sítios na internet e tem o seguinte enunciado:

O foguete Saturno V, um dos maiores já construídos, foi lançado há 50 anos para levar os primeiros humanos à Lua. Tinha cerca de 3.000 ton de massa total,

110m de altura e diâmetro máximo de 10m. O primeiro estágio, acionado no lançamento, tinha 2.000ton de combustível. Todo este combustível foi queimado e ejetado em 180 s com velocidade V_e de escape dos gases, aproximadamente igual a 3.000m/s.

Determine os valores aproximados

- da taxa média, em kg/s, com que o combustível foi ejetado;
- do módulo F da força resultante sobre o foguete no instante imediatamente antes do término da queima do combustível do primeiro estágio, considerando constante;
- dos módulos a da aceleração do foguete e da sua velocidade, no instante imediatamente antes do término da queima do combustível do primeiro estágio.

Note e adote:

$$1\text{ton} = 10^3 \text{ kg}$$

Considere a aceleração da gravidade g igual a 10 m/s^2

A força motora de um foguete, chamada força de empuxo, é dada por $F_e = \alpha v_e$

A velocidade de um foguete em trajetória vertical é dada por $v = v_e \ln \frac{m_o}{m} - gt$, em que m_o é a massa total no lançamento e m , a massa restante após um intervalo de tempo t .

$\ln x$ é uma função que assume os seguintes valores, aproximadamente: $\ln 1,5 = 0,4$; $\ln 2 = 0,7$; $\ln 3 = 1,1$

Apesar de trazer alguns conceitos com nível um pouco elevado para o momento a resolução dessa questão permitiu ampliar o campo visual dos alunos para o princípio do momento linear e suas aplicações. Foi possível também falar da equação de Tsiolkovsky, que foi conhecida pelos alunos na etapa anterior como um dos precursores no processo de evolução dos foguetes.

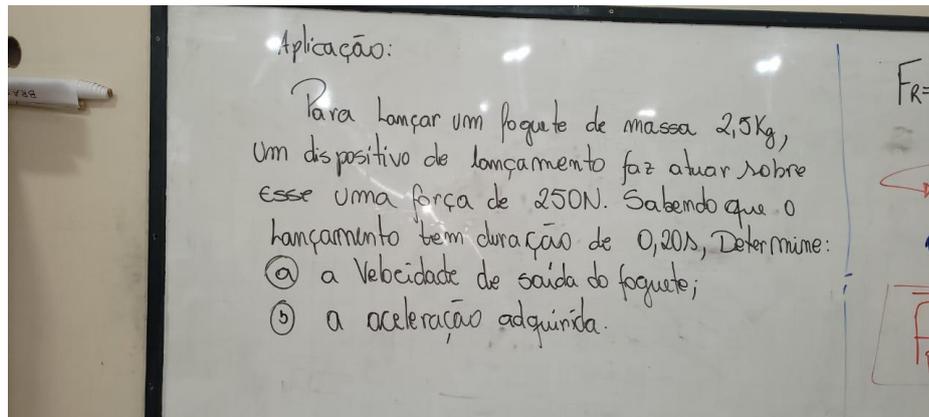
4.4 QUARTA ETAPA

Para estabelecer a relação entre os conceitos trabalhados e suas aplicações, essa etapa foi utilizada para a resolução de exercícios e problemas selecionados para que o aluno pudesse ampliar sua compreensão e aplicar em fatos concretos os temas abordados etapa anterior.

Foram criados alguns exercícios de simples resolução para uma fase inicial e também utilizamos o portal de simulados online sugerido pelo site da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA) (SIMULADOS, 2021).

Após a resolução de alguns exercícios pelos alunos os conceitos de cinemática, antes trabalhados diretamente, foram introduzidos e as equações horárias apresentadas como sequência dos conteúdos até então estudados. Assim, calcular a aceleração, a velocidade em determinado instante ou a posição do móvel em um tempo qualquer, passou a fazer sentido na rotina de estudos da cinemática.

Figura 18 – Exercício de Aplicação 1.



Fonte: Autor, 2021.

4.5 QUINTA ETAPA

Utilizando a metodologia mão-na-massa, os alunos iniciaram nessa fase a construção de seus foguetes de garrafa PET. Para facilitar o processo foi utilizado o tutorial disponível no portal da MOBFOG. Nele o Prof. Dr. João Batista Garcia Canalle do Instituto de Física da Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ), explica de forma detalhada como proceder para a construção da base de lançamento para o foguete de garrafas PET.

O trabalho foi iniciado em sala de aula, porém sua conclusão ficou como tarefa de casa. Visto que no momento da aplicação dessa SD as escolas trabalhavam com dois tempos, dividindo as turmas em duas e cada uma delas frequentava uma semana, chamada de tempo escola, e na outra semana fazia tarefas em casa, o chamado tempo casa.

Para o desenvolvimento dessa fase, além da metodologia mão-na-massa, foi utilizada o método *storytelling*, termo em inglês para criar e contar uma história com ligação direta com o que está sendo proposto. Para tanto, os alunos divididos em equipes, deveriam criar uma narrativa para suas empresas construtoras de foguetes. Na história deveriam justificar o uso pacífico e científico de seus foguetes, bem como detalhar os objetivos dos investimentos e expectativas de retorno.

A utilização dessa metodologia provoca um envolvimento maior por parte dos estudantes que passam a se sentir mais responsáveis pelo sucesso de seus empreendimentos, tirando a preocupação central que em situações normais seria a possível nota que iriam buscar. O resultado desse envolvimento é um aprendizado melhor e a construção de foguetes com mais esmero e empenho por parte dos estudantes.

Figura 19 – Tutorial MOBFOG.



Fonte: Autor, 2021.

4.6 SEXTA ETAPA

Para a última etapa da SD foi reservado dois momentos. No primeiro a metodologia de Sala de Aula Invertida serviu para desenvolver uma discussão sobre o desenvolvimento dos conceitos que foram trabalhados. Os estudantes receberam o artigo DOS “PRINCIPIA” DA MECÂNICA AOS “PRINCIPIA” DE NEWTON (Caderno Catarinense do Ensino Física, 1988).

Este artigo foi disponibilizado aos alunos em aula anterior e para garantir que seria lido e estudado pela maioria, utilizamos a estratégia de agendar uma prova para a próxima aula em que o artigo entregue seria o tema. No entanto, a aula seguinte foi utilizada para debate sobre os conteúdos do artigo e uma especial atenção para o reforço dos conteúdos já estudados e sua importância histórica para o desenvolvimento da mecânica.

Após o debate sobre os conteúdos do artigo e tudo o que foi visto durante a aplicação da SD até aquele momento, os alunos responderam às questões elaboradas pelo professor para averiguar aquilo que foi absorvido pelos alunos. A importância dessa fase está em avaliar o processo de transformação dos conhecimentos prévios, levantados no início da SD, em noções mais elaboradas e próximas daquilo que a ciência utiliza para explicar os fenômenos estudados.

Encerrado o debate, chegou o momento de lançar os foguetes. Para efetuar os lançamentos utilizamos uma praça de lazer situada ao lado da escola. Os alunos foram encaminhados até o local e equipe por equipe os foguetes foram lançados. Após cada lançamento medidas de alcance foram realizadas e ângulos de lançamento foram medidos para posterior discussão em sala de aula.

Figura 20 – Lançamento dos Foguetes 1.



Fonte: Autor, 2021.

Figura 21 – Lançamento dos Foguetes 2. Brasil. 2021.



Fonte: Autor, 2021.

5 ANÁLISE DE RESULTADOS

Ancorado nas teorias de Ausubel e Vygostky que afirmam ser fundamental partir do que o aluno já sabe para que o conhecimento possa ser ampliado, aplicamos um formulário de respostas via *Google forms* para fazer um levantamento de concepções prévias dos alunos antes de iniciar a aplicação da sequência didática. Da mesma forma, ao final da aplicação, os estudantes foram submetidos a outro formulário com questões elaboradas para obter um levantamento do que ocorreu de transformação no conhecimento que detinham e como ficou após a sequência didática.

Cabe ressaltar que esse trabalho foi realizado em um momento onde o ensino encontrava-se no formato híbrido, ou seja, alguns alunos responderam a partir de acessos no tempo casa e outros no tempo escola. Esse fato fez com que o número de estudantes envolvidos não fosse sempre o mesmo e a forma de responder não apresentou um padrão pré-estabelecido, fato esse que poderia trazer maior confiabilidade aos dados que serão apresentados abaixo.

5.1 LEVANTAMENTO DE CONCEPÇÕES PRÉVIAS

Estudantes de primeira série do ensino médio em geral são oriundos de sistemas de ensino diferentes. Alguns cursaram os anos finais do ensino fundamental em escolas da rede municipal, outros na rede estadual e alguns em escolas da rede privada. Tendo em vista essa miscigenação de redes, nem sempre há uma base comum nos conteúdos que foram trabalhados pelos diversos componentes curriculares aos quais os alunos foram submetidos. Assim, fica difícil saber quais alunos tiveram aulas de física e quais não, bem como se tiveram, o que foi trabalhado. Afinal, cada rede tem uma forma diferente de trabalhar e valoriza conteúdos dos mais variados quando disponibiliza a física como componente curricular obrigatório no ensino fundamental.

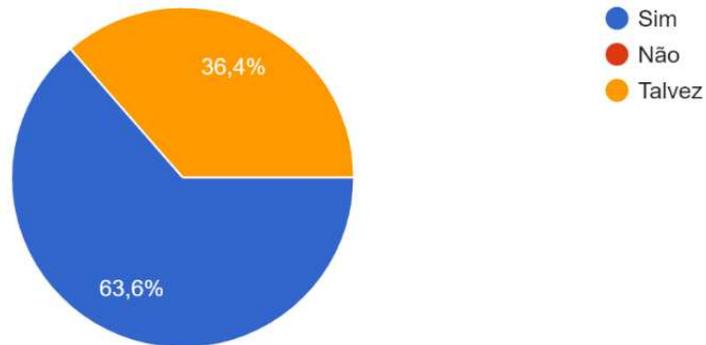
Partindo dessa observação, os estudantes responderam perguntas para que fosse possível saber se já haviam estudado formalmente os conteúdos que seriam trabalhados na sequência didática, bem como o que depreenderam daquilo que estudaram. O formulário inicial também buscou levantar possíveis conhecimentos já existentes que fossem se tornar obstáculos epistemológicos na visão de Gaston Bachelard (Figuras 22-30).

As figuras a seguir apresentam os dados obtidos através das respostas dos alunos ao formulário eletrônico que foram submetidos.

Figura 22 – Estudar Física.

Estudar física lhe parece útil?

33 respostas



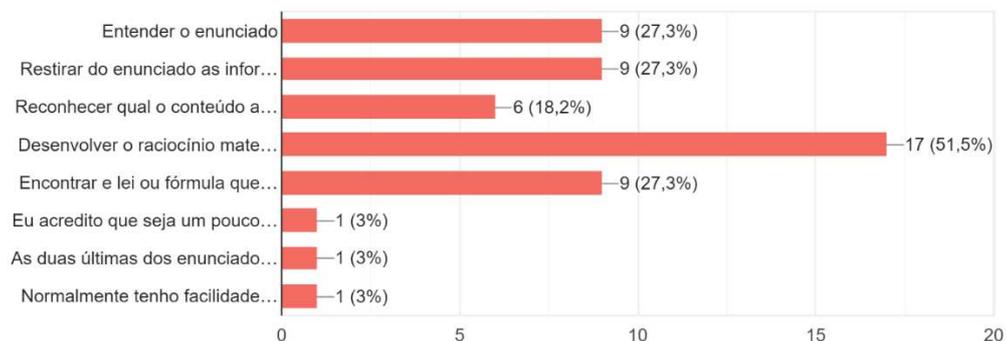
Fonte: Autor, 2021.

O elevado percentual de estudantes que não têm certeza da utilidade do componente curricular é preocupante. Esse resultado pode ser atribuído ao fato de não terem estudado física em anos anteriores ou ainda a outras causas, tais como o desprestígio que a ciência tem tido na composição das grades curriculares da educação básica.

Figura 23 – Dificuldades da Física.

Qual sua maior dificuldade para resolver os exercícios de física?

33 respostas

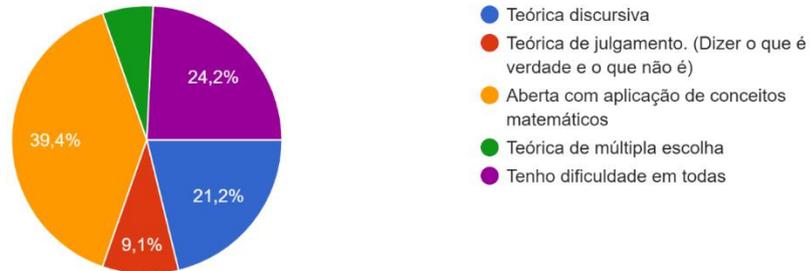


Fonte: Autor, 2021.

Figura 24 – Questões de Física.

Qual tipo de questão você tem mais dificuldade?

33 respostas

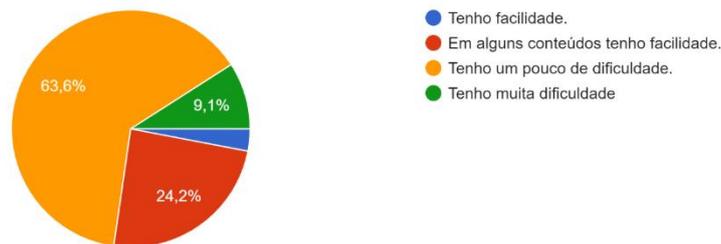


Fonte: Autor, 2021.

Figura 25 – Desempenho em Física.

Quando se trata de estudar física, como é o seu desempenho?

33 respostas



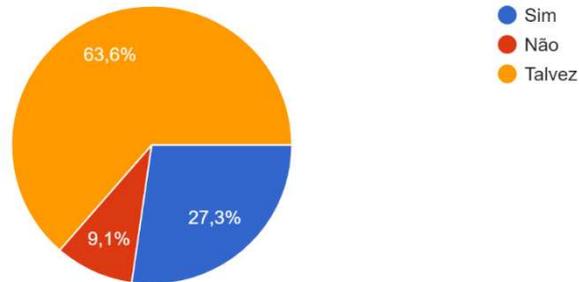
Fonte: Autor, 2021.

Os resultados apresentados nas respostas dessas questões apresentam informações que indicadores de aprendizagem também apontam. Existe um déficit de aprendizagem considerável nos conteúdos dos componentes curriculares língua portuguesa e matemática. Entender o enunciado e retirar as informações para resolver uma questão de física são consequências de uma boa compreensão e interpretação de textos. O elevado percentual de alunos que não conseguem desenvolver o raciocínio matemático para resolver os problemas de aplicação, mostra que o problema levantado na introdução desse trabalho se justifica.

Figura 26 – Leis de Newton.

Você saberia dizer quais são as leis de Newton?

33 respostas

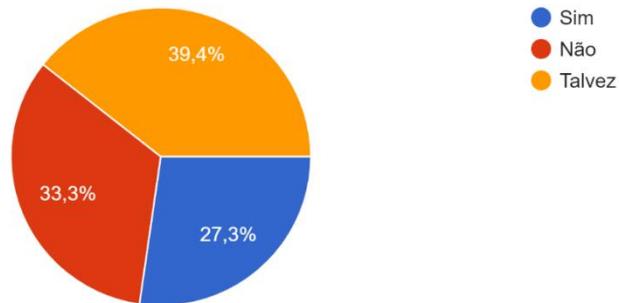


Fonte: Autor, 2021.

Figura 27 – Impulso de uma Força 1.

Já estudou impulso?

33 respostas

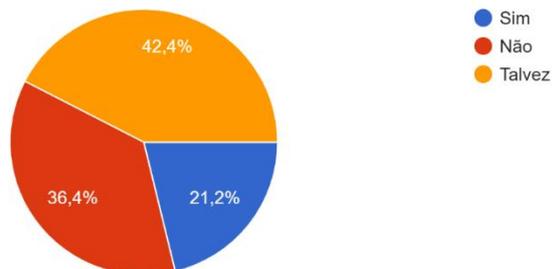


Fonte: Autor, 2021.

Figura 28 – Momento Linear.

Já estudou quantidade de movimento?

33 respostas

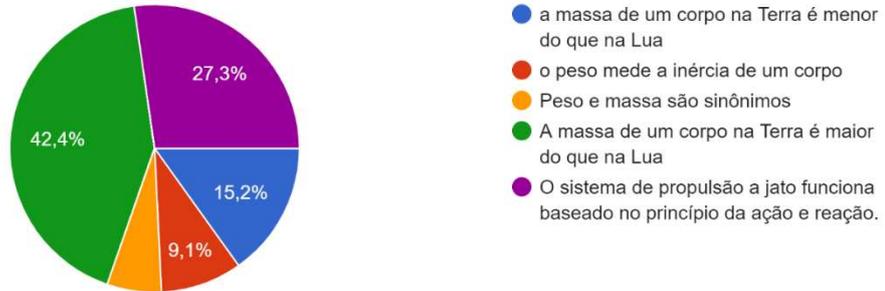


Fonte: Autor, 2021.

Figura 29 – Massa x Peso.

Assinale a proposição correta:

33 respostas



Fonte: Autor, 2021.

Figura 30 – Peso de um corpo.

O peso de um corpo é uma grandeza física:

33 respostas



Fonte: Autor, 2021.

Os dados apresentados acima retratam o que os estudantes possuíam de conhecimentos acerca de alguns conceitos trabalhados na sequência didática. Esses apontamentos são importantes para definir certas estratégias e métodos de abordagem para determinados conteúdos. Eles podem indicar um caminho para a escolha de experimentos e atividades que possam colocar o aluno em confronto com possíveis erros na estrutura de certos conceitos.

Considerando que o ambiente e forma de responder aos questionários não foram controlados, não é possível afirmar que todas as respostas apontam um quadro de amplo entendimento do que os estudantes percebiam sobre certos conteúdos, no entanto, é possível identificar alguns pontos que são recorrentes no entendimento dos estudantes. Confusões entre conceitos de massa inercial e massa gravitacional, associar esses conceitos ao conceito de inércia, são problemas que devem ser contornados pelo professor no processo de ensino da dinâmica.

A nomenclatura utilizada para certas grandezas e suas unidades de medida, constituem outro ponto a ser observado no processo de transformação do conhecimento que os estudantes possuem e o conhecimento científico. Quando perguntamos sobre quantidade de movimento e sobre impulso, observa-se uma ligeira diferença nas respostas, fato esse que não deveria ser observado, visto que são conteúdos trabalhados em conjunto durante o ensino médio ou nos anos finais do ensino fundamental.

Sendo assim, o levantamento de concepções prévias além de adelgaçar um estágio inicial dos conceitos a serem trabalhados, indica um caminho a ser seguido para a transformação de informações iniciais em conhecimento científico. Encontrar outros termos para a nomenclatura de certas grandezas, bem como propor ações que possam confrontar o estudante com o que deve aprender e aquilo que já sabe, constituem um papel de grande relevância na construção de uma sequência didática ou de outro planejamento de aula qualquer.

5.2 DESEMPENHO APÓS A APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

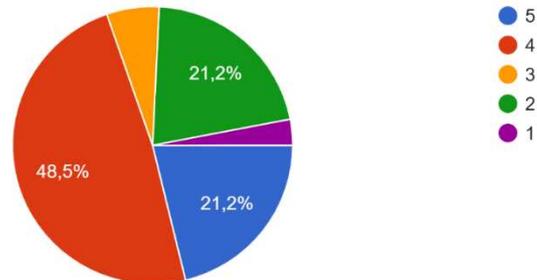
Alguns momentos da sequência didática foram reservados para a realização de exercícios de aplicação e problemas propostos. Para tanto, foram utilizados problemas e exercícios comuns em livros e matérias didáticos de uso recorrente nas escolas de ensino médio. O objetivo dessa aplicação foi observar se o que estava sendo realizado apontava para diferenças significantes nos resultados encontrados em experiências anteriores com os mesmos conteúdos.

Para tanto, os problemas utilizados não levaram em consideração alguns rigores conceituais. Inicialmente a ideia foi apenas analisar se ocorreu transferência de determinados conceitos e se os estudantes apresentavam condições de retirar informações do enunciado e expressar seus pensamentos usando a matemática (Figuras 31-39).

Figura 31 – Segunda Lei de Newton.

Aplica-se uma força de 20 N a um corpo de massa m . O corpo desloca-se em linha reta com velocidade que aumenta 10 m/s a cada 2 s. Qual o valor, em kg, da massa m ?

33 respostas



Fonte: Autor, 2021.

Embora a questão possa ser considerada simples, as respostas não apresentaram um resultado muito animador. Analisando as alternativas escolhidas pelos estudantes pode-se notar que ainda persiste uma dificuldade de interpretação no conceito de aceleração de um objeto. Caso o valor tivesse sido fornecido diretamente, os resultados de acerto poderiam ser maiores.

Figura 32 – Terceira Lei de Newton.

Marque a alternativa correta a respeito da Terceira lei de Newton.

33 respostas



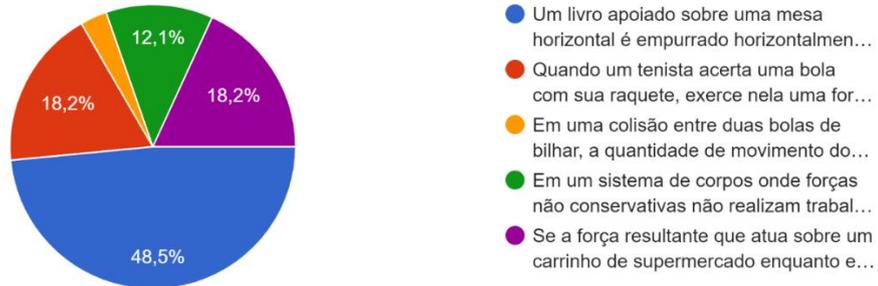
Fonte: Autor, 2021.

Os resultados obtidos na resolução da questão acima apresentam uma dificuldade comum em alunos do primeiro ano do ensino médio. Diferenciar os conceitos de direção e sentido não lhes é tão trivial. Em muitas atividades onde essa diferenciação se faz necessária, o resultado é confuso e se pode observar que o senso comum se faz presente na interpretação dos estudantes.

Figura 33 – Primeira Lei de Newton.

Assinale a alternativa que contém um exemplo de aplicação da Primeira Lei de Newton.

33 respostas



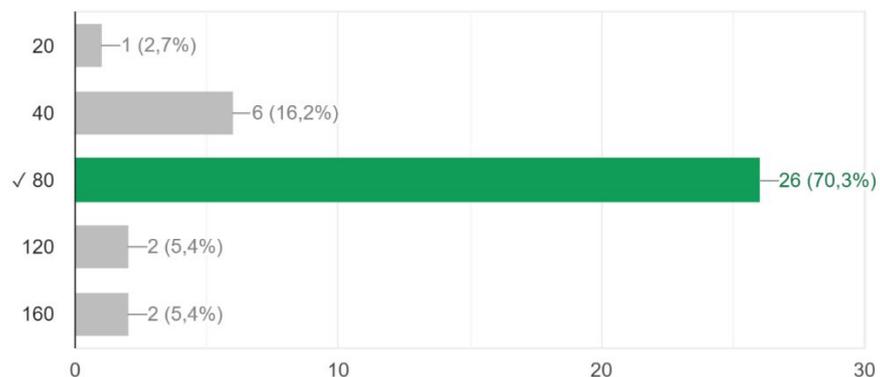
Fonte: Autor, 2021.

O conceito de inércia, embora pareça, não é nada trivial. Especialmente nos primeiros contatos que os estudantes têm com o tema. Compreender as formas de equilíbrio estático e dinâmico pode se mostrar bastante complicado. As respostas encontradas na questão apresentada, apontam para algumas confusões entre determinados conceitos. O uso de termos mais rigorosos também aponta para um índice de acertos não muito elevado.

Figura 34 – Teorema do Impulso.

Uma força constante de intensidade 40N atua sobre um corpo de massa 5kg, inicialmente em repouso, durante 10s. Sabendo que não há outras ...dade, em m/s, após esse intervalo de tempo será?

26 / 37 respostas corretas



Fonte: Autor, 2021.

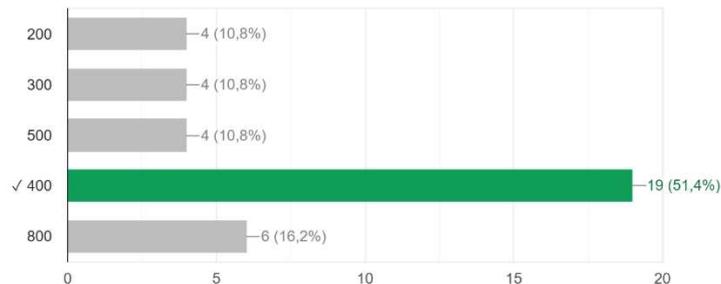
O resultado encontrado na resolução das questões que apresentam a aplicação do princípio do momento foi mais exitoso que questões mais relativas aos conceitos teóricos das leis de Newton. O alto índice de acertos na questão acima apresenta um resultado bastante satisfatório para o conteúdo abordado. Em

aplicações anteriores, sem utilizar a sequência didática, os resultados nem sempre apresentaram um nível de resolução correta tão alto em questões semelhantes.

Figura 35 – Função Horária das Posições.

Uma força constante de intensidade 40N atua sobre um corpo de massa 5kg, inicialmente em repouso, durante 10s. Sabendo que não há outras ...mento, em m, após esse intervalo de tempo será?

19 / 37 respostas corretas

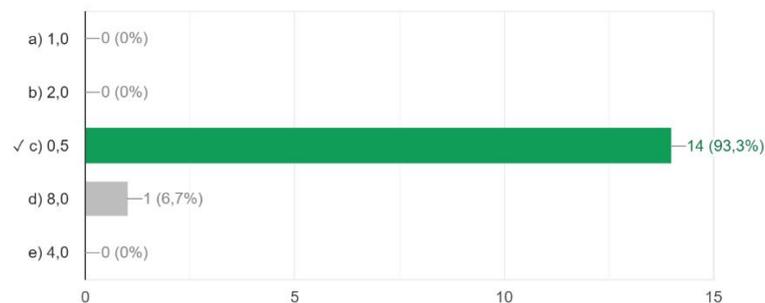


Fonte: Autor, 2021.

Figura 36 – Conservação do Momento Linear.

Um garoto de massa 30 kg está parado sobre uma grande plataforma de massa 120 kg também em repouso em uma superfície de gelo. Ele começa...ra a esquerda, para esse observador, é, em m/s:

14 / 15 respostas corretas

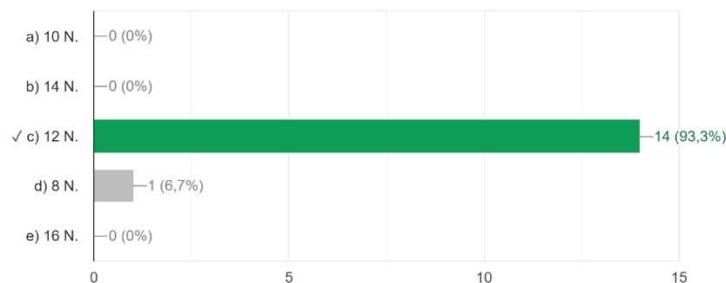


Fonte: Autor, 2021.

Figura 37 – Impulso de uma Força 2.

Um brinquedo consiste em um fole acoplado a um tubo plástico horizontal que se encaixa na traseira de um carrinho, inicialmente em repouso. Q...re o carrinho, nesse intervalo de tempo, é igual a

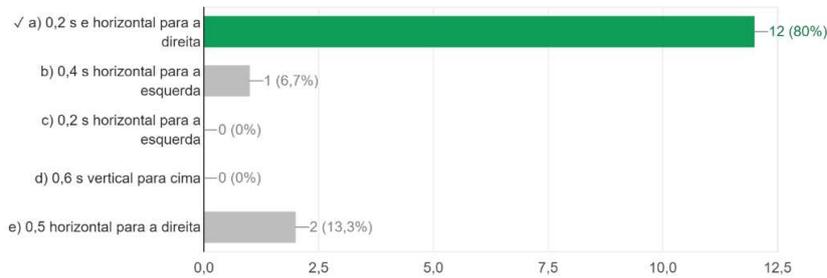
14 / 15 respostas corretas



Fonte: Autor, 2021.

Figura 38 – Relação Vetorial.

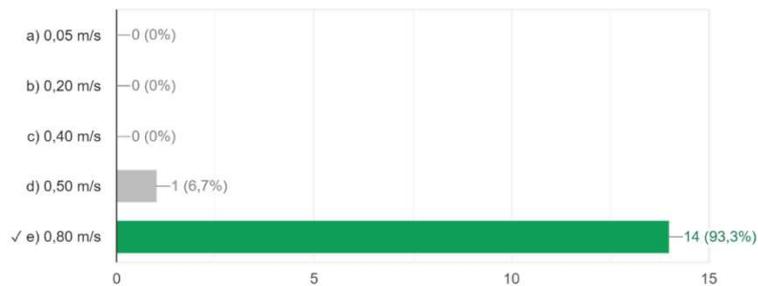
Uma força de 5000 N é aplicada a um objeto de forma indefinida, produzindo um impulso de módulo 1000 N.s. Sabendo que a força é horizontal...to da força sobre o corpo e a direção do impulso.
12 / 15 respostas corretas



Fonte: Autor, 2021.

Figura 39 – Sistema Isolado.

Durante um reparo na estação espacial internacional, um cosmonauta, de massa 90 kg, substituiu uma bomba do sistema de refrigeração, de massa ...onauta, em relação à estação, após o empurrão?
14 / 15 respostas corretas



Fonte: Autor, 2021.

Embora a aplicação dos problemas não tenha sido em ambiente controlado, ou seja, nem todas as respostas foram feitas com controle da forma de resolução, os resultados encontrados apontam para um rendimento satisfatório dos estudantes.

Sendo assim, acreditamos que as orientações e fundamentos propostos extraídos dos autores escolhidos para fundamentar a sequência apontaram um caminho de acerto. Partir do conhecimento que os estudantes já possuíam, buscando aprofundar os temas em um ambiente em que a socialização e a interatividade estivessem presentes, produziu o resultado esperado no início do trabalho.

No ano de 2022, já com o retorno do ensino presencial, essa sequência foi replicada em outras turmas de primeiro ano do novo ensino médio. A replicação da sequência em outra unidade escolar com perfil de estudantes diferentes apresentou resultados ainda mais significativos. Embora não tenha sido aplicada com os rigores da aplicação de produto didático, com registros formais, o engajamento dos alunos e os resultados qualitativos e quantitativos foram excelentes.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Existe uma frase muito utilizada, especialmente por políticos, que define insanidade como sendo: “fazer as coisas sempre do mesmo jeito e esperar resultados diferentes”. Às vezes atribuída a Albert Einstein outras a Benjamin Franklin, essa citação tem um apelo muito forte, mas deixando de lado seu autor e voltando a atenção para seu significado, pode-se perceber sua implicação no contexto da educação básica no Brasil.

Ao longo de décadas as ciências da natureza, em especial a física, têm sido tratadas do mesmo modo no processo de ensino aprendizagem. As leis estabelecidas são postas à mesa e cabe aos estudantes decorar a aplicar usando as ferramentas da matemática. O resultado que se vê nas escolas é o desprestígio cada vez maior desse componente curricular. Passamos de três aulas por semana, em alguns casos quatro, para cada turma do ensino médio, para apenas uma aula semanal por série, exceto na primeira, a partir de 2023.

Esse fato não se deve a ausência de conhecimentos a serem transmitidos e trabalhados no ensino médio, mas sim ao pouco interesse dos estudantes e a clara visão de falta de aplicabilidade que aqueles que pensam os currículos têm a respeito da física. A forma como tem sido ensinada não produz resultados que possam ser medidos em termos de habilidades e competências, com isso, diminuir seu tempo nos currículos torna-se inevitável.

Desta forma, percebe-se que buscar novas formas de se trabalhar conceitos da física torna-se imprescindível para que o interesse possa surgir e o prestígio dessa ciência possa ser recuperado. Afinal, se não mudar o jeito de fazer as coisas, não será possível obter outros resultados.

Durante a aplicação da sequência didática descrita nesse trabalho, foi possível perceber que existem outros caminhos e que é possível transmitir conhecimentos fundamentais da física de forma mais interativa com os estudantes e, principalmente, trazer para eles ganhos significativos em termos de aprendizagem.

No entanto, cabe ressaltar que nem tudo sai como o planejado. Por mais detalhado que um plano de aula seja, sempre haverá o imponderável. O fato de tratarmos com pessoas faz surgir questões e situações que não estavam no planejamento inicial, tanto para bons resultados quanto para maus. Alunos que se esperava não colaborar se mostram participativos e cheios de iniciativa e outros com os quais você contava para os melhores resultados, não entregam o suficiente.

Esse trabalho foi aplicado no segundo semestre de um ano em que as escolas estavam voltando ao ensino presencial, em meio a pandemia do COVID-19. Muitos estudantes se mostravam desmotivados e com hábitos de estudo pouco regrados. Assim, foi possível perceber uma mudança de comportamento em relação ao primeiro semestre. Alguns alunos que haviam sido problemáticos e desmotivados no primeiro semestre apresentaram comportamento muito diferente durante o projeto.

Outro fator a ser destacado foi a realidade em que a escola onde foi aplicado o projeto está inserida. Trata-se de uma vila na periferia de uma grande cidade. Local com grande número de estudantes em situação de vulnerabilidade social. A presença de problemas graves como violência e crime organizado, faz com que a expectativa dos estudantes pelo ensino seja de um fio condutor para mantê-los fora das mazelas na qual se tornam tão próximos.

Em realidades como essa o papel da escola é muito maior que apenas transmitir conhecimentos. Ela precisa ser atrativa o suficiente a ponto de fazer com que seus alunos queiram frequentá-la todos os dias. Essa motivação dos estudantes para aprender deve transpassar os muros da escola e chegar na comunidade entorno. Assim, seus efeitos podem trazer distanciamento entre os jovens e os maus caminhos que se apresentam no seu dia a dia.

Tendo em vista os aspectos observados, faz-se necessário que o professor conheça o máximo possível a realidade na qual seus estudantes estão inseridos. Assim, poderá programar seu trabalho para que tenha aplicabilidade no cotidiano do aluno e com isso possa servir ao propósito de desenvolvê-lo enquanto cidadão, não somente passando os conhecimentos da ciência, mas também trazendo outros fatores que possam servir de inspiração ou motivação para aqueles que forem alcançados.

REFERÊNCIAS

- 14: O Sol. 10 set. 2019. **Astrofísica para Todos**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=SBRAgT7RHr4>. Acesso em: 12 ago. 2022.
- ANTUNES, Camila A.; GALHARDI, Vinícius B.; HERNASKI, Carlos A. **As leis de Newton e a estrutura Espaço-temporal da Mecânica Clássica**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 40, 2018.
- AUSUBEL, David P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, v. 1, 2003.
- BRAUN, J. **A nova corrida espacial**. Disponível em: <http://veja.abril.com.br/especiais/a-nova-corrida->. Acesso em: 11 ago. 2022.
- CHABAY, Ruth W.; SHERWOOD, Bruce A. **Física básica: matéria e interações**, v. 1. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018.61
- CHASSOT, Attico. **Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social**. Revista brasileira de educação, p. 89-100, 2003.
- COLE, M. **The zone of proximal development: Where culture and cognition create each other**. In: WERTSCH, J. V. Culture, communication, and cognition: Vygotskian Perspectives. Cambridge University Press. 1985
- DIGITAL HOUSE. **A nova corrida espacial**. Disponível em: <https://www.digitalhouse.com/br/blog/exploracao-espacial>. Acesso em: 11 ago. 2022.
- FIGUEIRA, Jalves S. **Movimento browniano: uma proposta do uso das novas tecnologias no ensino de física**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n. 4, p. 4314-4314, 2011.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 2004.
- MORAN, José Manuel. **A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá**. Campinas: Papirus, 2007.
- MOREIRA, Marco Antonio. **Uma análise crítica do ensino de Física**. Estudos avançados, v. 32, n. 94, p. 73-80, 2018.
- PANZINHA. **Construção de Foguete**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=JNFAAksbO08>. Acesso em: 11 ago. 2022.
- PEREIRA, Alexsandro; JUNIOR, Paulo Lima. **Implicações da perspectiva de Wertsch para a interpretação da teoria de Vygotsky no ensino de Física**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 31, n. 3, p. 518-535, 2014.
- PIRES, Marcelo Antonio; VEIT, Eliane Angela. **Tecnologias de Informação**

e Comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de Física no Ensino Médio. Revista Brasileira de ensino de Física, v. 28, n. 2, p. 241-248, 2006.

PRASS, A. R. **A explosão do meteoro na Rússia em 2013-02-15.** Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=M7S6L_dyWZE. Acesso em: 11 ago. 2022.

R7.COM. **Corrida espacial dos bilionários pode trazer vantagens para todos.** Disponível em: <https://noticias.r7.com/tecnologia-e-ciencia/corridaespacial-dos-bilionarios-pode-trazer-vantagens-para-todos-20072021>. Acesso em: 11 ago. 2022.

R7.COM. **R7 - Notícias do Dia no Brasil e no Mundo.** Disponível em: <https://noticias.r7.com/tecnologia-e->. Acesso em: 11 ago.

ROBILOTTA, M. R.; BABICHAK, C. C. **Definições e conceitos em Física.** Cadernos Cedes, Unicamp, n. 41, p. 35-45, 1997.

Simulados Olimpíadas. Disponível em: <https://www.pepperandoliver.com.br/simulados-on-line>. Acesso em: 11 ago. 2022.

TAYLOR, John R. **Mecânica clássica.** Bookman Editora, 2013.

VIDEOS, T. V. T. **Destrução o último refúgio Filme complet. O e dublando.** Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=adW6y5nSty0>. Acesso em: 11 ago. 2022.

VINHOLE, T. **Bichos astronautas: conheça os animais que já foram para o espaço.** Disponível em: <https://www.airway.com.br/bichos-astronautas-conheca-os-animais-que-ja-foram-para-o-espaco/>. Acesso em: 11 ago. 2022.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores.** 5. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1994.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar.** trad. Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

Marcos de Oliveira – Sequência didática para o ensino de mecânica no primeiro ano do EM – Orientador: Profº Drº Esley Scatena Gonçalves
Co-orientador: Alexandre Miers Zabot

Produto Didático – MNPEF



**UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA**

Blumenau 2022



Sumário



O PRODUTO **PÁGINA 1** | HABILIDADES E
COMPETÊNCIAS **PÁGINA 2** | ETAPAS **PÁGINA 6** |
ROTEIROS DE AULA **PÁGINA 09** | CONCLUSÕES
PÁGINA 21 | REFERÊNCIAS **PÁGINA 21**

Produto Didático

- MNPEF

OBJETIVO GERAL: CONSTRUIR UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COMPOSTA POR METODOLOGIAS ATIVAS E TEMAS ATUAIS QUE FAÇAM PARTE DO DIA A DIA DO ALUNO. FACILITANDO O CAMINHO PARA UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA SOBRE CINEMÁTICA E DINÂMICA NA PRIMEIRO SÉRIE DO ENSINO MÉDIO.

A Sequência Didática é uma metodologia educativa que vem ganhando cada vez mais espaço nas escolas. Especialmente com a novo currículo do ensino médio em virtude da nova Base Nacional Comum Curricular. A presença das trilhas de conhecimento e novos componentes curriculares têm feito com que as sequências didáticas sejam popularizadas entre os professores. A Sequência Didática é um conjunto de atividades, técnicas e intervenções planejado passo a passo por meio do instrutor para que a compreensão do conteúdo ou tema proposto seja alcançada pelos alunos. É uma pesquisa bibliográfica e disciplinar que tem como objetivo: falar sobre o processo didático como forma de direcionar o estudo da Física, estimulando o aluno a conhecer métodos didáticos usados em uma sequência didática. Pode-se concluir que a Sequência Didática é uma metodologia que aguça a investigação científica, valoriza o domínio qualificado vivenciado pelos estudantes nas diversas modalidades de técnicas didáticas apresentadas. O objetivo desse produto didático é apresentar de forma detalhada e completa uma opção para o ensino de dinâmica e cinemática em turmas de primeira série do novo ensino médio. Através dos roteiros de aula e dos planos de aula aqui disponibilizados, cada professor, que assim desejar, poderá aplicá-los em suas turmas, adaptando as sugestões disponíveis no produto para as diferentes realidades de cada escola onde trabalha.

Habilidades e Competências BNCC

COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS PARA O ENSINO MÉDIO

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.

Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.

Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 1

ANALISAR FENÔMENOS NATURAIS E PROCESSOS TECNOLÓGICOS, COM BASE NAS INTERAÇÕES E RELAÇÕES ENTRE MATÉRIA E ENERGIA, PARA PROPOR AÇÕES INDIVIDUAIS E COLETIVAS QUE APERFEIÇOEM PROCESSOS PRODUTIVOS, MINIMIZEM IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS E MELHOREM AS CONDIÇÕES DE VIDA EM ÂMBITO LOCAL, REGIONAL E GLOBAL.

Nessa competência específica, os fenômenos naturais e os processos tecnológicos são analisados sob a perspectiva das relações entre matéria e energia, possibilitando, por exemplo, a avaliação de potencialidades, limites e riscos do uso de diferentes materiais e/ou tecnologias para tomar decisões responsáveis e consistentes diante dos diversos desafios contemporâneos. Dessa maneira, podem-se estimular estudos referentes a: estrutura da matéria; transformações químicas; leis ponderais; cálculo estequiométrico; princípios da conservação da energia e da quantidade de movimento; ciclo da água; leis da termodinâmica; cinética e equilíbrio químicos; fusão e fissão nucleares; espectro eletromagnético; efeitos biológicos das radiações ionizantes; mutação; poluição; ciclos biogeoquímicos; desmatamento; camada de ozônio e efeito estufa; desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias de obtenção de energia elétrica; processos produtivos como o da obtenção do etanol, da cal virgem, da soda cáustica, do hipoclorito de sódio, do ferro-gusa, do alumínio, do cobre, entre outros.

Também é importante ressaltar que as diferentes habilidades relacionadas a esta competência podem ser desenvolvidas com o uso de dispositivos e aplicativos digitais, que facilitem e potencializem tanto análises e estimativas como a elaboração de representações, simulações e protótipos.

Habilidades:

(EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 2

ANALISAR E UTILIZAR INTERPRETAÇÕES SOBRE A DINÂMICA DA VIDA, DA TERRA E DO COSMOS PARA ELABORAR ARGUMENTOS, REALIZAR PREVISÕES SOBRE O FUNCIONAMENTO E A EVOLUÇÃO DOS SERES VIVOS E DO UNIVERSO, E FUNDAMENTAR E DEFENDER DECISÕES ÉTICAS E RESPONSÁVEIS.

Nessa competência específica, podem ser mobilizados conhecimentos conceituais relacionados a: origem da Vida; evolução biológica; registro fóssil; exobiologia; biodiversidade; origem e extinção de espécies; políticas ambientais; biomoléculas; organização celular; órgãos e sistemas; organismos; populações; ecossistemas; teias alimentares; respiração celular; fotossíntese; neurociência; reprodução e hereditariedade; genética mendeliana; processos epidemiológicos; espectro eletromagnético; modelos atômicos, subatômicos e cosmológicos; astronomia; evolução estelar; gravitação; mecânica newtoniana; previsão do tempo; história e filosofia da ciência; entre outros.

Habilidades:

(EM13CNT201) Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente.

(EM13CNT204) Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).

(EM13CNT205) Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.

(EM13CNT209) Analisar a evolução estelar associando-a aos modelos de origem e distribuição dos elementos químicos no Universo, compreendendo suas relações com as condições necessárias ao surgimento de sistemas solares e planetários, suas estruturas e composições e as possibilidades de existência de vida, utilizando representações e simulações, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 3

INVESTIGAR SITUAÇÕES-PROBLEMA E AVALIAR APLICAÇÕES DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO E SUAS IMPLICAÇÕES NO MUNDO, UTILIZANDO PROCEDIMENTOS E LINGUAGENS PRÓPRIOS DAS CIÊNCIAS DA NATUREZA, PARA PROPOR SOLUÇÕES QUE CONSIDEREM DEMANDAS LOCAIS, REGIONAIS E/OU GLOBAIS, E COMUNICAR SUAS DESCOBERTAS E CONCLUSÕES A PÚBLICOS VARIADOS, EM DIVERSOS CONTEXTOS E POR MEIO DE DIFERENTES MÍDIAS E TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TDIC).

Em um mundo repleto de informações de diferentes naturezas e origens, facilmente difundidas e acessadas, sobretudo, por meios digitais, é premente que os jovens desenvolvam capacidades de seleção e discernimento de informações que lhes permitam, com base em conhecimentos científicos confiáveis, investigar situações-problema e avaliar as aplicações do conhecimento científico e tecnológico nas diversas esferas da vida humana com ética e responsabilidade.

Habilidades:

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

(EM13CNT306) Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos.

Etapas da Sequência didática

01

Fase 1

Durante a primeira fase o professor deverá explicar de forma breve os objetivos do trabalho que será iniciado. A escolha do tema gerador fará com que essa etapa seja definida para duas ou mais aulas.

Caso o professor escolha um filme com duração superior ao seu período de aulas, deverá encontrar uma forma de fazer cortes ou disponibilizar o tempo restante para que os estudantes possam concluir em casa ou em outro momento na própria escola. O filme que usamos na aplicação do produto tem duração de 2h e usamos uma parte da aula de história com a prévia concordância do professor do componente curricular.

02

Fase 2

As aulas da segunda fase da SD são de fundamental importância para ampliar a curiosidade e o anseio dos alunos por novos passos dentro do trabalho que está sendo desenvolvido. Utilizar reportagens sobre quedas de asteroides, vídeos sobre os maiores impactos já registrados ou ainda outra curiosidade sobre o tempo de vida do sistema solar. Utilizamos a aula 14 do curso de Astronomia e Astronáutica do Canal Astrofísica para todos. Programa de extensão da UFSC. Disponível em: <https://youtu.be/SBRAgT7RHr4?list=PL_my-TwWaWBixtv77UBLIrqSQ4_StZPs1> Acesso em: 08/05/2022

03

Fase 3

No tempo disponível para a terceira fase a proposta é utilizar a metodologia de Rotação por Estações. Para tanto, deve-se dividir a turma em equipes com 4 ou 5 alunos e a partir dessa divisão estabelecer o número de estações que serão utilizadas. Nas turmas em que aplicamos o produto, devido ao número de alunos, tivemos quatro equipes e conseqüentemente 4 estações. Uma estação com textos sobre a corrida espacial e sua evolução até os dias atuais. Outra sobre o uso de animais nos primeiros voos espaciais. Uma terceira que traga o uso de TICs, fazendo o aluno ter contato com curiosidades sobre as viagens espaciais. E a última estação que falava sobre os interesses financeiros envolvidos. Investimentos e lucros esperados.

Etapas da Sequência didática

04

Fase 4

A atividade da fase 4 deve ser um debate sobre o que foi lido e pesquisado na atividade de Rotação por Estações. É muito importante ouvir dos alunos o que foi mais curioso, o que chamou mais a atenção durante as estações. O Professor deve mediar o debate e inserir questionamentos sobre o que perceberam sobre o funcionamento dos foguetes. Com o objetivo de perceber se houve algum progresso no entendimento, mesmo que rudimentar, das leis de Newton aplicadas no lançamento dos foguetes. Para criar essa ligação pode-se utilizar o livro Explorando o Ensino – Fronteira espacial: Astronáutica. – Volume 12. Esse livro fez parte de uma coleção promovida pelos Ministérios da Educação e Ministério da Ciência e Tecnologia no ano de 2009. E os textos do capítulo quatro irão fornecer os instrumentos necessários.

05

Fase 5

Na quinta fase de aplicação da Sequência Didática é hora de aplicar as Leis de Newton. Criando um debate o professor deverá extrair dos estudantes o entendimento do que é o momento linear de um objeto. A noção do que é embalo pode ajudar. Assim que esse entendimento estiver pacificado, demonstra-se matematicamente o princípio do momento e sua conservação. Forma utilizada por Newton para descrever a grandeza. A utilização de um exercício exemplo pode ajudar no entendimento dessa fase.

06

Fase 6

Hora de Resolver exercícios aplicando o princípio do momento. O Professor pode criar alguns problemas ou ainda utilizar questões de vestibulares ou ENEM que tratem do assunto. Uma sugestão é utilizar questões da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica. No Site da OBA existe um simulador que disponibiliza questões para o aluno resolver online. Em caso de dispor de laboratório de informática ou acesso a internet via tabletes esse modelo pode ser bastante eficiente.

Etapas da Sequência didática

07

Fase 7

Após conhecer os princípios físicos aplicados no lançamento dos foguetes chegou a hora de colocar a mão na massa. Os alunos devem ser divididos em equipes para a construção de foguetes de propulsão a ar comprimido e água. No site da MOBFOG está disponível um tutorial de como construir o equipamento utilizando canos de PVC, garrafas PET e outros equipamentos de baixo custo. Sugerimos que o professor construa um e apresente ele para os alunos nessa fase. Apenas o uso do tutorial pode gerar dúvidas nos estudantes. Existem muitos vídeos na internet com instruções um tanto duvidosas e podem levar ao mau funcionamento e conseqüente frustração dos alunos. A tarefa de terminar o foguete deve ser atribuída aos alunos para que terminem sua construção em casa.

08

Fase 8

Na oitava fase os conceitos de cinemática devem ser aplicados. Calcular o alcance do foguete, o tempo de voo e os ângulos de lançamento será tarefa bem mais simples depois do que já foi visto e trabalhado. Partindo do princípio do momento e sua conservação pode-se apresentar as equações da cinemática e resolver alguns exercícios em sala para que o aluno tenha contato com o tema e aprenda a manipular as equações horárias de velocidade e posição, tanto em movimentos uniformes quanto variados.

09

Fase 9

Hora de lançar os foguetes. Essa atividade pode ser feita fora da escola e poderá ocupar as aulas de uma ou duas semanas, dependendo do número de alunos na turma. Os foguetes deverão ser lançados e algumas medidas devem ser feitas. O ângulo de lançamento de cada um, a distância atingida, a quantidade de água utilizada e outros detalhes envolvidas na construção devem ser observados para que ao voltar para a sala de aula alguns cálculos possam ser realizados e os conceitos estudados possam ser debatidos e confrontados com a situação real.

Etapas da Sequência didática

10

Fase 10

Caso não existam equipes suficientes para os lançamentos serem distribuídos nas fases 9 e 10, essa fase deverá ser utilizada para resolver exercícios utilizando os dados obtidos nos lançamentos. O professor deverá comparar os lançamentos de cada equipe e instigar os estudantes a procurarem respostas para possíveis diferenças, explicando seus motivos com base nos conceitos abordados e novas observações e conceitos que possam ser trabalhados. O uso de um sistema de equilíbrio bem construído, a estrutura de combate à resistência do ar e outros detalhes que possam ser trabalhados em um debate na sala de aula.

11

Fase 11

O processo de avaliação dos alunos deve ser distribuído em cada uma das fases. Levar em consideração o engajamento dos estudantes, o nível de proposições nos debates e o argumentos apresentados em cada fase podem ser indicadores das habilidades e competências que um estudante está desenvolvendo. Na penúltima fase da SD a sugestão é aplicar uma prova com questões tanto teóricas quanto de aplicações matemáticas para mensurar o que foi retido e desenvolvido pelos alunos. No entanto, é primordial que a prova seja aplicada dentro das ideias e concepções que foram tratadas. Usar questões coletadas em sites da internet e fora da realidade pode prejudicar o processo avaliativo e não apresentar bons resultados.

12

Fase 12

Na última fase da Sequência Didática os resultados da prova aplicada devem ser discutidos e as correções de entendimento de alguns estudantes devem ser feitas. Fazer um questionário com perguntas que relembrem cada uma das etapas trabalhadas pode servir como um processo de recuperar conteúdos que foram esquecidos ou entendidos de forma equivocada. Uma auto avaliação por parte dos estudantes também pode servir para que possíveis correções sejam feitas para uma aplicação da Sequência Didática em turmas futuras. Obter o olhar do aluno sobre o que foi trabalhado, o que foi bom e o que não deu certo também irá trazer melhores resultados no futuro.

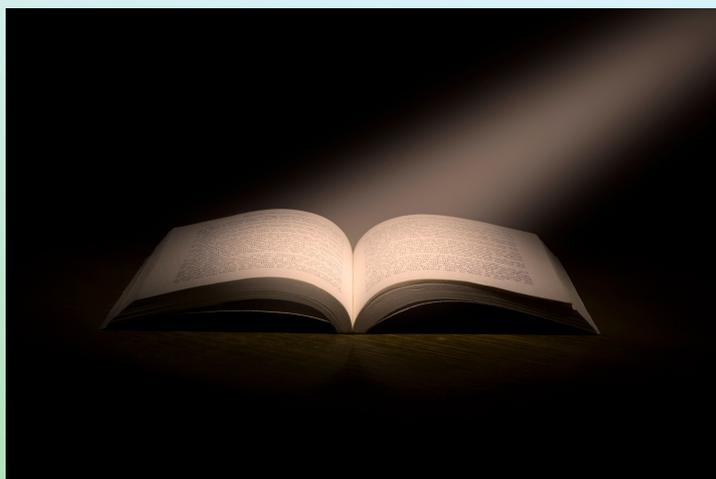
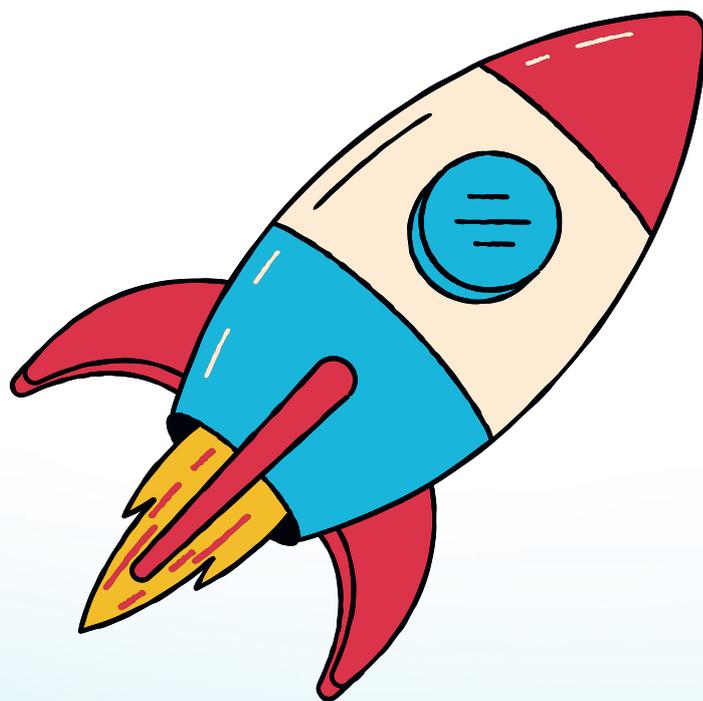
Roteiros de Aulas.

CADA ESCOLA TEM SUA REALIDADE

Para que o conteúdo apresentado nesse trabalho passa ser efetivamente utilizado por professores nas mais variadas escolas e com realidades diversas, colocaremos em seguida alguns modelos de roteiros de aulas. Cada um desses roteiros poderá servir para que o professor elabore seu planejamento semanal ou quinzenal, em acordo com sua necessidade e dentro dos padrões que são recomendados em cada sistema de ensino.

PLANEJAMENTO FLEXÍVEL

Para que a sequência didática apresentada aqui possa alcançar o nível de sucesso desejado, é fundamental que cada professor construa seu planejamento de forma flexível e adaptada à realidade de seus estudantes e escola. Caso não seja possível efetuar o lançamento dos foguetes por falta de espaço na escola ou nas proximidades, o professor poderá fazer uso de simuladores disponível no PHET - Colorado. A falta da metodologia mão na massa pode afetar em parte o propósito da estrutura aqui apresentada, porém a inclusão de simuladores pode trazer outros benefícios para os estudantes em termos de compreensão do que se está trabalhando.



ROTEIRO DE AULA 1

DESPERTANDO O INTERESSE PELO TEMA

Os objetivos principais da primeira aula da sequência didática são:

- Levantar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os conceitos e grandezas que serão desenvolvidos durante as aulas.
- Despertar o interesse dos estudantes para algo novo e que poderá trazer muito conhecimento e diversão durante o processo.

Para alcançar esses objetivos alguns passos devem ser seguidos, seguem algumas sugestões:

- Verifique qual é o perfil dos estudantes da escola, de onde vem, em que comunidade estão inseridos, com que perfil de pessoas convivem, qual o nível médio de conhecimento que aparentam ter;
- Conheça bem a escola e as estruturas disponíveis para uso de audiovisual e locais propícios para o lançamento dos foguetes;
- Elabore um questionário em forma de entrevista para que cada aluno responda o que entende como sendo a definição das grandezas fundamentais que serão trabalhadas durante o desenvolvimento da SD;
- Incentive os estudantes a responder aos questionamentos da entrevista de forma espontânea e sem preocupação com definições certas ou erradas;
- Crie um clima de motivação para os temas que virão nas próximas aulas utilizando temas que despertem a curiosidade da maioria. Perguntas do tipo: Você sabia que o Sol vai explodir? Você sabia que mais de uma tonelada de meteoritos caem na Terra todos os dias? Cause espanto, curiosidade e motive os alunos para o trabalho que virá.

ROTEIRO DAS AULAS 2 E 3

DESPERTANDO O INTERESSE PELO TEMA

O objetivo específico da segunda aula será a manutenção e concretização dos elementos despertados na aula um da sequência didática.

Para o alcance do objetivo da segunda aula deve ser planejado o tempo para que os alunos possam assistir a um filme ou reportagens sobre queda de meteoritos, cometas e outros temas que retratem um possível fim dos tempos para a Terra.

O uso de efeitos especiais do cinema ou animações elaboradas por redes de TV para reportagens especiais será um grande aliado na motivação dos estudantes e fará grande diferença nas aulas que virão na sequência.

Mesmo que alguns efeitos possam ser exagerados e apelativos em um primeiro momento, seu uso será de grande importância para o sucesso da SD. Sugestões de Filmes e reportagens:

- Não Olhe para Cima - 2021 - 2h25min
- Destruição Final - O Último Refúgio - 2020 - 2h
- Armageddon - 1998 - 2h30min
- Impacto Profundo - 1998 - 2h
- Final Fantasy - 2001 - 1h46min
- Nasa Simula Impacto com Asteroide e Conclusão é Preocupante - Youtube - 2021
- Asteroide Bennu pode Colidir com a Terra? Youtube - 2021
- Explosão de Meteoro na Rússia - Youtube - 2013
- O Asteroide que Acabou com os Dinossauros poderia ser Visto 1 Ano antes de Atingir a Terra - Youtube - 2021
- Os 7 Piores dias do Planeta Terra - Youtube - 2018

ROTEIRO DE AULA 4

É HORA DA CIÊNCIA

O uso de temas sensacionalistas e com possíveis exageros na introdução da sequência didática, faz com que seja necessário a introdução de um olhar mais específico da ciência.

Para tanto, o objetivo da quarta aula será trazer opiniões e relatos corretos cientificamente. Sugerimos para essa fase o uso de vídeos do Canal Astrofísica para Todos, programa de extensão da UFSC, nele encontram-se aulas e palestras sobre temas correlatos ao que se trata na sequência e que podem trazer melhores informações para os estudantes, sem perder o ritmo desenvolvido até aqui.

Alguns canais com material interessante para essa fase:

- Canal da USP
- Ciência todo dia
- Marcelo Gleiser
- Mensageiro Sideral
- Profº Zobot
- Manual do Mundo
- O Físico Turista

Esses entre outros canais podem ser fonte de vídeos e aulas sobre conceitos que serão desenvolvidos na SD e que possuem uma metodologia que se enquadra no perfil de estudantes de ensino médio. Para escolher o melhor vídeo o professor precisa conhecer sua turma e então procurar pelo perfil de vídeos que servirá para a aula.

A visão da ciência sobre possíveis fins para o planeta, para o Sol e até mesmo motivos para explorar o espaço, serão úteis nessa aula.

ROTEIRO DAS AULAS 5 E 6

ROTAÇÃO POR ESTAÇÕES

Para o bom andamento dessa aula o professor deverá organizar a sala em estações. Caso não disponha de uma sala ou espaço para metodologias ativas. As estações são ilhas de carteiras que dispostas de forma espaçada pela sala de aula facilitam o trabalho de forma rotativa.



Para criar as estações o professor deverá dividir a turma em equipes. O número de equipes dependerá do tamanho da turma. Para turmas de 30 alunos o ideal é trabalhar com até 6 estações. Um número muito grande de alunos em cada estação pode prejudicar o andamento da atividade e fazer com que alguns componentes saiam da estação sem ter nenhum contato com o tema proposto para ela.

Os temas de cada estação devem ser variados e explorar metodologias diferentes. Assim, caso uma estação tenha um artigo para ler, a outra deverá ter algo para pesquisar usando computadores, celulares ou tabletes com acesso a internet. O uso de portais com simuladores também é interessante

Para uma das estações o ideal é utilizar a metodologia mão na massa, ou seja, os alunos deverão fazer uso de alguns materiais disponíveis para criar algo.

ROTEIRO DAS AULAS 5 E 6

ROTAÇÃO POR ESTAÇÕES

Usando massinha de modelar, materiais recicláveis ou apenas folhas para desenho, essa estação deverá colocar a equipe para criar algo. Pode ser um protótipo de um foguete, um planeta em miniatura, um asteroide de papel ou apenas um desenho de alguma situação ligada ao tema geral da sequência didática.



O objetivo da estação mão na massa é valorizar a cultura do faça você mesmo, colocando o aluno como ponto central do processo e fazendo com que seu processo criativo colabore com o aprendizado dele e dos outros integrantes da turma.

O tempo de permanência em cada estação deve ser cronometrado e quando encerrado, o professor deverá promover a rotação, fazendo com que cada equipe passe a ocupar a estação subsequente àquela em que estavam. É importante que os alunos circulem, deixando para trás a estação em que estavam e os materiais que a ela pertencem, para que a próxima equipe faça uso. Outro ponto fundamental é reservar um tempo, ao final das rotações, para discutir com toda a turma o que foi visto e trabalhado. Questionando a turma sobre cada estação e o que foi compreendido pelos estudantes.

ROTEIRO DA AULA 7

PRINCIPIO DO MOMENTO

Chegando a essa fase da sequência didática o aluno já viu e vivenciou várias situações em que as leis de Newton estiveram presentes e atuando. Usando essa vivência o professor deverá construir com a turma a estrutura para que os alunos possam elaborar essas leis de forma conjunta, sem entregá-las prontas. Uma sugestão é fazer uso de uma imagem ou um modelo que possa permitir aos alunos concluir que velocidade e massa de um objeto constituem, juntas, uma grandeza física.



Ao ver uma imagem como essa e ser instigado pelo professor, o aluno deverá ter clareza de que o veículo com menor massa poderá fazer uma dessas curvas com maior velocidade que outro de massa maior. Usar o termo "embalo" ao invés de momento linear ou quantidade de movimento poderá ajudar. O objetivo principal é fazer com que a definição dessa grandeza seja orgânica, ou seja, que os estudantes construam a equação do momento linear de forma conjunta e sem que o professor apenas a apresente como algo pronto e acabado. Da mesma forma deve ser construído o conceito de impulso. Questionando a turma o professor deverá fazer com que os estudantes concluam que uma força atuando por tempos diferentes produzirá alterações diferentes nesse "embalo".

ROTEIRO DA AULAS 8 E 9

PRINCIPIO DO MOMENTO

Com o objetivo de fixar os conceitos estudados na aula 7, o professor poderá utilizar as 8 e 9 para resolução de exercícios de aplicação. Através de um exemplo resolvido pelo professor e os demais para que os estudantes resolvam em duplas ou individualmente. Sugestões:

Resolvido:

(FUVEST-2019) O foguete Saturno V, um dos maiores já construídos, foi lançado há 50 anos para levar os primeiros humanos à Lua. Tinha cerca de 3.000 ton de massa total, 110 m de altura e diâmetro máximo de 10 m. O primeiro estágio, acionado no lançamento, tinha 2.000 ton de combustível. Todo este combustível foi queimado e ejetado em 180 s com velocidade V_e de escape dos gases, aproximadamente igual a 3.000 m/s.

Determine os valores aproximados

- da taxa média, em kg/s, com que o combustível foi ejetado;
- do módulo F da força resultante sobre o foguete no instante imediatamente antes do término da queima do combustível do primeiro estágio, considerando constante;
- dos módulos a da aceleração do foguete e da sua velocidade, no instante imediatamente antes do término da queima do combustível do primeiro estágio.

Note e adote:

1 ton = 10^3 kg

Considere a aceleração da gravidade g igual a 10 m/s^2

A força motora de um foguete, chamada força de empuxo, é dada por $F_e = \alpha V_e$

A velocidade de um foguete em trajetória vertical é dada por $v = V_e \ln\left(\frac{m_0}{m}\right) - gt$, em que m_0 é a massa total no lançamento e m , a massa restante após um intervalo de tempo t .

$\ln(x)$ é uma função que assume os seguintes valores, aproximadamente: $\ln(1,5) = 0,4$; $\ln(2) = 0,7$; $\ln(3) = 1,1$

ROTEIRO DA AULAS 8 E 9

CONTINUAÇÃO...

Resposta

a) A taxa média α com que o combustível foi ejetado é dada por:

$$\alpha = \frac{m_c}{\Delta t} = \frac{2\,000\,000\text{ kg}}{180\text{ s}} \Rightarrow \boxed{\alpha = 1,1 \cdot 10^4\text{ kg/s}}$$

b) Considerando que sobre o foguete atuam as forças motora (F_e) e o peso (P), o módulo da força resultante F no instante pedido é:

$$F = F_e - P = \alpha \cdot V_e - (m_0 - m_c) \cdot g \Rightarrow F = 1,1 \cdot 10^4 \cdot 3 \cdot 10^3 - (3 - 2) \cdot 10^6 \cdot 10 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{F = 2,3 \cdot 10^7\text{ N}}$$

c) O módulo da aceleração do foguete, no instante pedido, é:

$$a = \frac{F}{(m_0 - m_c)} = \frac{2,3 \cdot 10^7}{(3 - 2) \cdot 10^6} \Rightarrow \boxed{a = 23\text{ m/s}^2}$$

A velocidade v , no instante pedido, é:

$$v = V_e \cdot \ln\left(\frac{m_0}{m}\right) - g \cdot t \Rightarrow v = 3 \cdot 10^3 \cdot \ln\left(\frac{3 \cdot 10^6}{3 \cdot 10^6 - 2 \cdot 10^6}\right) - 10 \cdot 180 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v = 3 \cdot 10^3 \cdot 1,1 - 1,8 \cdot 10^3 \Rightarrow \boxed{v = 1,5 \cdot 10^3\text{ m/s}}$$

Exercício de Aplicação

(UDESC) Um foguete, durante a sua subida, queima combustível a uma taxa de 2,8 kg/s. Sabendo-se que o foguete expelle os gases da queima a uma velocidade constante de 3,50 km/s e que a massa inicial do conjunto é de 800 kg, determine a aceleração inicial do foguete.

ROTEIRO DA AULA 10

CONSTRUINDO UM FOGUETE DE GARRAFA PET

Com a utilização da metodologia mão na massa, o professor deverá separar a turma em equipes com quatro ou cinco estudantes cada uma. Após essa divisão, para tornar o ambiente mais motivador, cada equipe deverá escolher um nome que faça referência a exploração espacial ou filmes futuristas. Nesse momento pode-se trabalhar com a metodologia de "gameificação", transformando os próximos eventos em uma corrida espacial onde todos queiram ganhar.

Para facilitar a construção do foguete pode-se utilizar o tutorial disponível no site da OBA-MOBFOG. <http://www.oba.org.br/>

Nele está disponível um tutorial para construir um foguete utilizando garrafas PET e pedaços de cano de PVC. As instruções são bem didáticas e o aluno poderá ou não ser acompanhado durante a exibição do vídeo. Caso todos tenham acesso a internet em suas casas essa pode ser uma tarefa para casa.

ROTEIRO DAS AULAS 11 E 12

LANÇAMENTO DOS FOGUETES DE GARRAFAS PET

Após a construção dos foguetes, que pode ser realizada como tarefa de casa e parte na escola com supervisão do professor, resta lançar. Para essa fase o professor deverá selecionar um espaço livre na escola ou nas imediações para fazer os lançamentos. Alguns foguetes podem atingir alturas superiores a 5 metros e atingir alturas maiores que 100 metros. Ter o cuidado para escolher um bom local é tarefa primordial para a segurança e sucesso do evento.



ROTEIRO DAS AULAS 11 E 12

LANÇAMENTO DOS FOGUETES DE GARRAFAS PET

Nessa fase é importante que o professor chame atenção dos alunos para as diferenças entre os foguetes e o voo de cada um. Possivelmente haverá discrepâncias entre cada um deles. Identificar esse fatos e trazer para a luz dos conceitos estudados é fundamental para gerar o significado aos alunos.

Após os lançamentos, já em sala de aula novamente, o professor deverá revisar os conteúdos trabalhados e reforçar as aplicações com o uso de exemplos obtidos durante a fase de lançamento dos foguetes.

Essa aula em forma de debate e troca de informações fará com que os estudantes transformem suas experiências na construção do foguete e no lançamento em conhecimentos com grau mais elaborado e dentro daquilo que se encontra nas leis da mecânica newtoniana.

Conclusões

Não é possível esperar resultados diferentes se estivermos agindo sempre do mesmo modo. É com essa definição de insanidade atribuída, entre outros, a Albert Einstein, que esperamos motivar cada vez mais professores de física na busca por soluções para que os estudantes possam se sentir motivados a estudar essa ciência tão formidável. Sem algum tipo de alteração nos modelos de aula a falta de interesse é crescente.

Pode-se concluir que a Sequência Didática é uma metodologia que aguça a investigação científica, valoriza o domínio qualificado vivenciado pelos estudantes nas diversas modalidades de técnicas didáticas apresentadas. A Sequência Didática é um conjunto de atividades, técnicas e intervenções planejado passo a passo por meio do instrutor para que a compreensão do conteúdo ou tema proposto seja alcançado pelos alunos.

A aplicação dessa sequência mostrou-se altamente eficiente no processo de aprendizagem dos estudantes que dela participaram. Alunos que em aulas anteriores se apresentavam como desinteressados e distantes das aulas, foram resgatados e transformaram-se em protagonistas dentro do processo trabalhado. O interesse em frequentar e participar das aulas a cada semana foi crescente e motivação para dar o próximo passo dentro do planejamento também ficou evidente.

No entanto, é importante ressaltar que o planejamento deve ser flexível, nunca rígido, assim cada não conformidade poderá ser superada e transformada em ganhos para o processo.

Tendo em vista os aspectos observados, faz-se necessário que o busque conhecer o máximo possível os conteúdos que serão trabalhados com a intensão de criar um planejamento que seja adequado à sua realidade, aos seus alunos e à comunidade na qual sua escola está inserida. Assim, os ganhos serão muitos e o trabalho terá êxito.



PLANNING

REFERÊNCIAS



- ANTUNES, Camila A.; GALHARDI, Vinícius B.; HERNASKI, Carlos A. As leis de Newton e a estrutura Espaço-temporal da Mecânica Clássica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 40, 2018.
- AUSUBEL, David P. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, v. 1, 2003.
- CHASSOT, Attico. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. *Revista brasileira de educação*, p. 89–100, 2003.
- FIGUEIRA, Jalves S. Movimento browniano: uma proposta do uso das novas tecnologias no ensino de física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 33, n. 4, p. 4314–4314, 2011.
- FREIRE, Paulo . *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 2004.
- MORAN, José Manuel. *A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá*. Campinas: Papyrus, 2007.
- MOREIRA, Marco Antonio. Uma análise crítica do ensino de Física. *Estudos avançados*, v. 32, n. 94, p. 73–80, 2018.
- PEREIRA, Alexsandro; JUNIOR, Paulo Lima. Implicações da perspectiva de Wertsch para a interpretação da teoria de Vygotsky no ensino de Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 31, n. 3, p. 518–535, 2014..
- PIRES, Marcelo Antonio; VEIT, Eliane Angela. Tecnologias de Informação e Comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de Física no Ensino Médio. *Revista Brasileira de ensino de Física*, v. 28, n. 2, p. 241–248, 2006.
- TAYLOR, John R. *Mecânica clássica*. Bookman Editora, 2013.
- ZABALA, Antoni. *A prática educativa: como ensinar*. trad. Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: ArtMed, 1998.
- VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. 5. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1994.
- COLE, M. The zone of proximal development: Where culture and cognition create each other. In: WERTSCH, J. V. *Culture, communication, and cognition: Vygotskian perspectives*. New York: Cambridge University Press, 1985. p. 146– 161.
- ZINCHENKO, V. P. Vygotsky's ideas about units for the analysis of mind. In: WERTSCH, J. V. *Culture, communication, and cognition: Vygotskian perspectives*. New York: Cambridge University Press, 1985. p. 94–118.
- VIGOTSKI. L. S. O método instrumental em psicologia: In _____. *Teoria e método em psicologia*. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2004. p. 93–102