



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
MESTRADO PROFISSIONAL**



Enilson Araújo da Silva

Sequência Didática com Temas Motivadores no Ensino de Física

Ituiutaba

2016



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
MESTRADO PROFISSIONAL**



Sequência Didática com Temas Motivadores no Ensino de Física

Enilson Araújo da Silva

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Ensino de Ciências e Matemática. Linha de Pesquisa: Ensino e Aprendizagem em Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Milton Antônio Auth

Ituiutaba

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

S586s
2016 Silva, Enilson Araújo da, 1966-
Sequência didática com temas motivadores no ensino de física /
Enilson Araújo da Silva. - 2016.
170 f. : il.

Orientador: Milton Antonio Auth.
Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de
Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e
Matemática.
Inclui bibliografia.

1. Ciência - Estudo e ensino - Teses. 2. Física - Estudo e ensino -
Teses. 3. Didática - Teses. 4. Astronomia - Teses. 5. Aerodinâmica -
Teses. I. Auth, Milton Antonio. II. Universidade Federal de Uberlândia.
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. III.
Título.

CDU: 50:37

Sequência Didática com Temas Motivadores no Ensino de Física

Mestrando: Enilson Araújo da Silva

Orientador: Milton Antonio Auth

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática-Mestrado Profissional (PPGECM), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Aprovada por:

Dr. Milton Antonio Auth - UFU

Dr. Sandro Rogério Vargas Ustra - UFU

Dr. José Rildo de Oliveira Queiroz - UFG

Março, 2016

RESUMO

O presente trabalho tem como base a elaboração e desenvolvimento de uma Sequência Didática de Física nas turmas de primeiro ano do Ensino Médio de uma escola pública, envolvendo atividades estruturadas a partir de temas de Astronomia, Astronáutica e Aeronáutica. Além disso, foi produzido um Tutorial didático-pedagógico para professores desenvolverem processos de ensino-aprendizagem de física via atividades com foguetes artesanais estruturadas em momentos pedagógicos de problematização, sistematização e contextualização. Neste contexto, a compreensão e o aprofundamento de conceitos e fenômenos científicos e físicos, têm relação com conhecimentos cotidianos, em conformidade com a teoria histórico-cultural, com os Três Momentos Pedagógicos, a dialogicidade e as Tecnologias de Informação e Comunicação, como instrumentos de desencadeamento das ações e de motivação, a exemplo de filmes e aplicativos no ensino de astronomia, física e matemática. As atividades de investigação foram do tipo qualitativo e compreenderam relatórios, questionários, entrevistas semiestruturadas e outros apontamentos. O desenvolvimento da Sequência Didática possibilitou um processo de ensino-aprendizagem diferenciado, compreendendo aspectos como: conceitualização, contextualização, flexibilidade, interdisciplinaridade e relação teórico-experimental.

Palavras-chave: Sequência Didática; Ensino de Física; Foguetes Artesanais; Astronomia; Aerodinâmica.

ABSTRACT

This study is based on the design and development of a Didactic sequence in Physics for the first year of high school in a public school, involving structured activities on Astronomy topics, Astronautics and Aeronautics. In addition, it produced a didactic-pedagogic Tutorial for teachers to develop teaching-learning processes in Physics through activities with handmade rockets. These activities have been based on teaching moments of questioning, systematization and contextualization. In this context the understanding and the deepening of concepts and scientific and physical phenomena are related to everyday knowledge, in accordance with the historical-cultural theory, with the Three Pedagogic Moments, dialogicity and Information and Communication Technologies as instruments of triggering actions and motivation, like movies and applications in teaching Astronomy, Physics and Mathematics. The research activities were conducted by adopting a qualitative approach and included reports, questionnaires, semi-structured interviews and other notes. The development of the Didactic Sequence enabled a differentiated teaching and learning process, including aspects such as conceptualization, contextualization, flexibility, interdisciplinary and theoretical-experimental relationship.

Keywords: Didactic Sequence; Physic teaching; Handcrafted rockets; Astronomy; Aerodynamics.

SIGLAS

SD - Sequência Didática

DCN - Diretrizes Curriculares Nacionais

CTS - Ciência Tecnologia e Sociedade

FPS - Funções Psicológicas Superiores

SE - Situação de Estudos

TMP - Três Momentos Pedagógicos

ZDP - Zona de Desenvolvimento Proximal

PET - Politereftalato de etileno

MOBFOG - Mostra Brasileira de Foguetes

CP - Centro de Pressão

CG - Centro de Gravidade

CM - Centro de Pressão

SINDAE - Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais

MCTI - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

AEB - Agência Espacial Brasileira

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

SAB - Sociedade Brasileira de Astronomia

VLS - Veículo Lançador de Satélites

VS - Veículo de Sondagem

MEC – Ministério da Educação e Cultura

A – Aluno/Aluna

P – Professor

TM – Tema Motivador

MRU – Movimento Retilíneo Uniforme

AGRADECIMENTOS

A Deus, por reger meus passos revestindo-me de temor, fé e saúde.

Ao meu amigo e orientador, Dr. Milton Antonio Auth e a sua esposa Silvia Cristina Binsfeld, por contribuírem com as atividades acadêmicas, orientando-me e sendo amigos e companheiros na conclusão da dissertação do mestrado.

Ao meu saudoso papai José Horácio que foi magnânimo em exemplos, inclusive dizendo: *até aqui eu vim para que meus filhos possam ir além.*

À minha mamãe Carmem que foi generosa em exemplos, a qual mesmo enferma foi paciente nas minhas intermináveis horas de estudos, me ajudando em orações.

À esposa, Eliane e aos filhos Rafael e Jéssica, que apoiaram e compreenderam o meu envolvimento no mestrado profissional.

Aos meus irmãos na fé em Cristo Jesus, que estimularam com alegria e companheirismo nas minhas lutas.

Aos meus colegas de trabalho, diretores, professores e alunos do IFTM-Ituiutaba, que me apoiaram nas atividades de ensino, Pibid, estágio, pesquisa e extensão, acreditando no meu trabalho e contribuindo para o êxito desta dissertação.

Aos professores do Programa de Mestrado e das bancas de Qualificação e Dissertação os quais trouxeram contribuições preciosas para esta dissertação.

Aos colegas, do Programa de Mestrado, em especial ao Renato Pereira, Carlos Eduardo Petronilho Boiago, Leonardo Silva Costa, Magnólia Gondim, Paulo Vitor Teodoro, Ricardo Hakime, Tiago Luz, Sâmia Dantas, Dayane Carvalho, Vanessa Salomão, os quais contribuíram com as atividades escolares e acadêmicas.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	01
1.1 - Objetivos e problemática	03
1.2 - Os caminhos da ação pedagógica	04
CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	06
2.1 – Tecnologias da Informação e Comunicação para um ensino dialógico e interativo	06
2.2 - Momentos Pedagógicos no ensino-aprendizagem	07
2.3 - Abordagem histórico-cultural em consonância com o uso de tecnologias	09
2.4 - Aspectos de atos pedagógicos para ação e reflexão em ensino-aprendizagem	13
CAPÍTULO 3 – ASPECTOS METODOLÓGICOS	19
3.1 - O Contexto de desenvolvimento e investigação da Sequência Didática	19
3.2 - O desenvolvimento da prática pedagógica com estruturação da Sequência Didática ..	21
3.3 - Os procedimentos efetivos da investigação	24
CAPÍTULO 4 – SITUAÇÕES DE ESTUDOS E TEMAS EXPLORADOS	28
4.1-Tema 1: Lançamentos de Foguetes	33
4.1.1- Campo Gravitacional	46
4.1.2 - Pressão	51
4.2 - Tema 2: Esfera Celeste	53
4.3 - Tema 3: Aerodinâmica	65
4.3.1 - Velocidade	69
4.3.2 - Aceleração das Partículas	73
4.3.3 - Massa e Inércia	76
4.3.4 - Movimento interpretado graficamente com uso do Tracker	79
4.3.5 - Período e Frequência	83

4.3.6 - Momento de Inércia e Momento Angular	87
4.4 - Implicações do desenvolvimento da Sequência Didática	92
CAPÍTULO 5 - RESULTADOS DA INVESTIGAÇÃO REALIZADA	102
CAPÍTULO 6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	126
BIBLIOGRAFIA	130
Referências	130
Bibliografia Consultada	132
APÊNDICES	134

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

O exercício da docência por longos anos nas escolas de nível médio, principalmente construindo laboratórios alternativos e relacionando teoria e prática permitiu a aquisição de experiência profissional e a percepção dos pontos favoráveis e desfavoráveis à aprendizagem.

Verifica-se que os estudantes, muitas vezes, tratam dos experimentos de mecânica newtoniana de forma aligeirada, por métodos tecnicistas, estáticos, pouco refletidos. Esse processo, em geral, não desperta de modo considerável o interesse dos estudantes, devido às concepções da maioria de que trabalhar com experimentação em ciências implica promover a explosão de alguma coisa ou produzir um evento de cunho fantástico.

Diante da predominância de pouca motivação e do baixo aprendizado dos alunos surgiu necessidade de modificar as práticas pedagógicas. Isto nos levou a inserir a astronomia como instrumento de contextualização do ensino de física, principalmente na mecânica newtoniana. No ensino desta existe a predominância de deduções matemáticas dos conhecimentos, trazendo uma percepção de complicação. Esta aborda temas que, para serem significativos e compreendidos pelos estudantes do ensino médio requer temas motivadores da atenção e interesse do aprendiz.

Por meio das reflexões sobre as práticas educativas, manifestou-se a ideia de tornar a mecânica mais significativa, inteligível e estimulante aos estudantes, de modo a contribuir para com o desenvolvimento das habilidades e competências. Isso está em conformidade com as orientações de documentos oficiais da educação brasileira, a exemplo das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica (BRASIL, 2013).

Surgiu, assim, o trabalho em questão, estruturado com a finalidade de desenvolver o processo de ensino-aprendizagem de forma diferenciada e analisá-lo, buscando maior significação para o contexto de ensinar e aprender no âmbito da sala de aula do ensino médio.

Desse modo, tem-se por objetivo buscar alternativas ao usual sistema de ensino, predominantemente transmissivo e carente de reflexão, com foco em cumprimento de tarefas

ou determinações de uma exigência curricular¹ produzida por imposições de sistemas de ensino ajustados em sequências didáticas fragmentadas de livros didáticos. Por outro lado, já existem propostas didáticas diferenciadas, como de Angotti e Auth (2001), Rosa e Filho (2014) e que instigam a se desenvolver atividades didático-pedagógicas mais alinhadas com o que os novos tempos requerem.

Relações sociais em tempo de incertezas são, de um lado, determinantes para o desenvolvimento da C&T; de outro, são atingidas por esse desenvolvimento e nos desafiam a criar estratégias adaptativas e a buscar novas possibilidades no campo do ensino/aprendizagem. (ANGOTTI e AUTH, 2001, p. 19).

Seguindo o caminho das referidas propostas de inovação, se compele aqui a desenvolver uma proposta didático-pedagógica de ensino, que promova múltiplas aprendizagens com consequente aprimoramento do hábito de pensar e do desenvolvimento mental, conforme aponta Vigotski (1998). Uma reordenação do pensamento de modo a despontar multiplicadas ideias no entorno do tema ou conceito tratado.

Com este olhar almeja-se apresentar uma Sequência Didática (SD), em acordo com Dolz et al. (2004), que seja aprovada por sistemas de ensino (gestores educacionais, pesquisadores, professores, estudantes, pais) e que os mesmos possam vê-la como algo para além das práticas pedagógicas cotidianas e que tenha possibilidade de estabelecer um novo paradigma, capaz de trazer maior sustentação ao aprendizado de conhecimentos da física.

O produto a ser apresentado fundamenta-se na perspectiva metodológica dos Três Momentos Pedagógicos (problematização, organização do conteúdo e aplicação), propostos por Delizoicov e Angotti (1992), trazendo situações delineadas por concepções alternativas, advindas do cotidiano do estudante ou por hipóteses geradas pelos mesmos ou pelo professor num processo de interações permeados por mediações a fim de internalizarem concepções científicas.

Após o processo das problematizações, quando o estudante já se mostrou interessado a responder a muitos questionamentos, ou ao menos um questionamento de relevante estímulo de exploração do conteúdo, vem a inserção da organização do conhecimento e em seguida utilização do mesmo, sempre tendo como ênfase a solução das referidas problematizações.

¹ Entende-se que o cumprimento de tarefas e de exigências curriculares seja importante, mas flexíveis.

A concepção de ensino pautada na abordagem de Temas Motivadores que provocam inquietações envolve um conjunto de teorias e práticas epistêmicas. Nesta perspectiva ocorre a exploração de conhecimentos de Astronáutica (envolvendo foguetes, satélites e estações espaciais), de Astronomia (através da esfera celeste, relacionado à órbita dos astros, fenômenos estelares...) e Aeronáutica (envolvendo estudos sobre aeromodelos e aeronaves), bem como recursos necessários para a ordenação da Sequência Didática (SD) a ser proposta.

Portanto, estes são os temas direcionadores do programa de ensino, proposto neste trabalho, para a mecânica clássica no primeiro ano do ensino médio. Nesta oportunidade, entra o recurso experimental da tecnologia artesanal de foguetes, envolvendo a construção, pelos alunos, de arquétipos da engenharia espacial. Esse processo torna os alunos protagonistas tanto no quesito de novos conhecimentos quanto de ações que envolvem tecnologias educacionais, como as multimídias que despertam o interesse dos jovens.

1.1 - Objetivos e problemática

Para o desencadeamento das atividades havia a intenção de elaborar e desenvolver Situações de Estudos com base em Temas Motivadores, considerados relevantes, acompanhados da investigação, buscando identificar sua contribuição no processo de ensino-aprendizagem em Física no Ensino Médio.

Especificamente, para a realização do trabalho os objetivos eram: elaborar Situações de Estudo (SE) com base em temas de interesse por parte do estudante, acerca de eventos que utilizam conhecimentos científicos, tecnológicos e sociais; desenvolver produtos, em sala de aula e em ambiente externo, como protótipos da indústria astronáutica e aeronáutica, que promovem a interação entre os estudantes, o conhecimento de Física e a aprendizagem; desenvolver e analisar o processo ensino-aprendizagem de forma diferenciada, buscando maior significação para o contexto de ensinar e aprender no âmbito da sala de aula do ensino médio; propor ensino alternativo, numa abordagem temática, mesclado com o uso da tecnologia computacional; analisar qualitativamente uma versão sequencial do ensino de mecânica clássica com inserções de conhecimentos da física (clássica ou moderna) e de outras áreas (como Química e Matemática); promover situações que tratam da linguagem científica instigando interações com fins de aperfeiçoar a intelectualidade e o desenvolvimento do ser humano.

Nesta perspectiva, configura-se a seguinte questão problema: **Qual a influência da abordagem de uma Sequência Didática com base em Temas Motivadores para o ensino e aprendizagem de física no ensino médio?**

1.2 – Os caminhos da ação pedagógica

O capítulo 2 deste trabalho aborda as fundamentações teóricas, as quais dão mais credibilidade para uso, aprimoramento e diversificação das ações didático-pedagógicas com proposição de elaborar, desenvolver, ensinar e aprender. Sendo assim, inicialmente apresenta a sustentação do uso das Tecnologias da Informação e Comunicação, conforme Almeida (2014), no âmbito da sala de aula, para promoção de um ambiente de diálogo e de reflexões das práticas sociais e culturais, inovando o processo de ensino e aprendizagem em ciências/física. Outra vertente é a apropriação da proposta dos Três Momentos Pedagógicos, de Delizoicov e Angotti (1992), como um método prático de promoção da qualidade dos processos de ensino e aprendizagem, evidenciando momentos significativos para ensinar. São utilizados recursos como a problematização, que instiga o diálogo, o sentimento de liberdade e de inclusão social no grupo da sala de aula, além do que conduz, após a sistematização do conhecimento, a consciência quanto ao aprendido e sua relação com o contexto. Este capítulo ainda contempla a teoria histórico-cultural de Vigotski (1998), que trata de mediações, interações, signos, instrumentos e internalizações.

Destaca-se também a base teórica de Freire (1987), da “Pedagogia do Oprimido”, que aborda, entre muitas relações, a dialogicidade fundamentada na “práxis”, numa abstração da ação com a reflexão ou da prática com a teoria. Nesta encontram-se os fundamentos para a elaboração de uma SD de reorganização curricular delineada pela ação e reflexão dos alunos em busca da compreensão de temas, num ambiente de harmonia e bem-estar.

O capítulo 3 aborda a descrição do ambiente, dos participantes da pesquisa, os aspectos metodológicos da prática pedagógica, com estruturação e desenvolvimento da Sequência Didática, bem como a pesquisa de cunho qualitativo. Para tanto, envolve questionários estruturados e situações imprevisíveis nas aulas, nas quais surgem *insights* que auxiliam no processo de investigação. Estes são importantes para melhor aproveitamento das contribuições dos participantes, agregando qualidade às investigações. Outros aspectos ainda são utilizados para compor os dados da pesquisa, tais como: imagens, comunicação verbal,

relatórios e outras avaliações que tratam das interações entre os alunos e com o pesquisador, de modo que o trabalho em si pudesse contribuir para o entendimento da problemática.

O capítulo 4 expõe as Situações de Estudos (SE), conforme Maldaner e Zanon (2004), as quais compõem a Sequência Didática, como modalidade de reorganização curricular por meio de temas relacionados ao cotidiano e considerados relevantes aos estudantes, de modo a inter-relacionar conhecimentos cotidianos e científicos. Uma SE tem a orientação de ser desenvolvida por determinado período, envolvendo um início, desenvolvimento e finalização, para que o aprendizado sobre o tema seja “visível”. Este capítulo também procura mostrar a importância dada pelo Ministério da Ciência e Tecnologia e suas agências de apoio quanto ao uso de tecnologias (participam da organização das Olimpíadas de Astronomia e de Mostras de Foguetes Artesanais). A exploração sistemática sobre tecnologias contribui para a consciência dos estudantes sobre a compreensão e influência dessas na sociedade atual, com reflexos culturais, sociais e de formação da cidadania. Neste capítulo também são descritos os temas/tecnologias que constituem a base para o processo de ensino-aprendizagem e articulação dos conteúdos a serem abordados (física, química, biologia, matemática), bem como implicações do desenvolvimento da SD no ensino de Física. São mostradas as distribuições dos assuntos de física tratados para que se possa perceber a organização dos conceitos e a retomada dos mesmos no decorrer de toda a SD.

No capítulo 5 estão apresentadas as análises relativas aos questionários, às entrevistas, aos relatos verbais e escritos e às imagens, de modo a responder a pergunta da pesquisa mediante influência dos teóricos que auxiliam o desenvolvimento da Sequência Didática proposta.

No capítulo 6 encontram-se as considerações finais contendo certa tessitura sobre o trabalho realizado e suas implicações na formação dos estudantes e do próprio mestrando.

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 - Tecnologias da Informação e Comunicação para um ensino dialógico e interativo.

Nos tempos atuais, ao se propor uma SD, não se deve desprezar o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), as quais, de certo modo, fazem parte da realidade no âmbito educacional.

É importante lembrar que em muitas escolas de educação básica um dos diferenciais que os pais buscam são atividades de informática. Segundo Almeida (2008, p.28), a integração à tecnologia digital, de palavras, páginas, imagens, animações, gráficos, sons e vídeos, evidenciou novas potencialidades pedagógicas em relação ao desenvolvimento de escrever, ler, interpretar textos e hipertextos. Também Pierry Lévy (1999) trouxe orientação para o incremento dos aparatos computacionais no ambiente educacional explorando a integração tecnológica e a convergência para a aprendizagem.

Nesta perspectiva, este trabalho inclui em suas atividades ferramentas digitais/virtuais como planetário Stellarium, o qual facilita a visualização do Universo/Espaço Sideral, sem a interferência da poluição de ar atmosférico. Essa condição permite a descoberta de um céu de forma mais apropriada do que a observação a olho nu ou mesmo através de algum telescópio.

Existem também softwares que permitem a realização de experimentos virtuais e a modelagem matemática de fenômenos físicos. Estes proporcionam interpretação significativa e instigadora da imaginação e pensamento do aprendiz em oposição ao caráter desmotivador que se instala com a exclusiva dedução de fórmulas em aulas de física.

A adoção de plataformas, aulas e objetos educacionais digitais (vídeos, games, redes sociais, aplicativos, etc.) podem contribuir para que cada aluno desenvolva habilidades e competências compatíveis com novas demandas sociais, construindo um percurso próprio de aprendizagem, no seu ritmo e a partir das suas necessidades, construa experiências de aprendizagem coletivas e colaborativas, potencialmente reformulando espaços e tempos escolares e ampliando o papel do professor como mediador de conhecimento. (LIMA e ROSENDO, 2004, p.76)

Nesta perspectiva, também foram exploradas concepções de ciberespaço e cibercultura. Segundo Lévy (1999), o ciberespaço engloba toda a interconexão mundial de computadores, o conjunto de material da infraestrutura da comunicação digital, as informações contidas; a cibercultura é definida pelo conjunto de atividades materiais e intelectuais que contribuem para a ampliação e intensificação da aprendizagem e do desenvolvimento humano. Sendo assim, a exploração das Tecnologias da Informação e Comunicação, promove o aprendizado e o desenvolvimento cognitivo. Para Almeida (2008),

[...] é tempo de novos hábitos culturais, de uso social de tecnologias para a interação e a constituição de redes de criação conjunta de conhecimento para a vida. Tempo de valorizar os professores, de promover programas de formação contextualizada com eixo na prática pedagógica e na realidade da escola (Almeida, 2004), de compartilhar saberes e experiências, de realizar mudanças na prática pedagógica e de recuperar a função social da escola como espaço democrático de ensino, aprendizagem e formação emancipatória. (ALMEIDA, 2008, p. 33).

Uma das contribuições das TIC é aproximar o sujeito dos conhecimentos científicos, pois muitos experimentos que são inacessíveis em laboratórios de escolas podem ser simulados no ambiente virtual, trazendo oportunidades de promover interações. Além disso, contribuem para que elaborações de cientistas, reveladas em pesquisas atuais, se aproximam do ambiente escolar num tempo muito menor.

2.2 – Momentos Pedagógicos no ensino-aprendizagem

O ensino-aprendizagem do conhecimento de ciências, segundo Delizoicov e Angotti (1992), é analisado no livro “Metodologia do ensino de ciências”, com orientação para o processo didático-pedagógico, sugerindo o uso dos “Três Momentos Pedagógicos” (TMP). Nestes, a proposição é que o aluno traz em si conhecimentos advindos do convívio familiar, do convívio social e também da formação escolar já apresentada, oportunizando ao professor o exercício do diálogo e a busca por processos de mediações, de modo a instigar o aluno a participar, através do seu conhecimento com ideias hipotéticas. Isso caracteriza o primeiro momento pedagógico, entendido como Problematização Inicial.

Este momento não precisa ser necessariamente dado pelo aluno por meio de hipóteses ou concepções cotidianas, mas o próprio professor pode propor este momento, instigando o educando a se interessar pelo conteúdo a ser estudado. Nem todas as salas de aulas têm alunos com efetiva participação, necessitando que os mesmos sejam “incomodados” pelo professor,

na perspectiva de retirar o discente da zona de conforto. Por meio de signos, linguagens, conceitos e ecologia de conceitos, promover nos estudantes uma inquietação tal que venham a se interessar pelo desenvolvimento cognitivo, mesmo que inconscientemente.

Para configuração deste momento busca-se oportunizar aos estudantes assistir um filme ou fazer um experimento ou, ainda, pela disponibilidade dos meios digitais, utilizar os simuladores e games, relacionados ao conteúdo. Estes possibilitam ações com foguetes ou aviões ou interagindo com eventos astronômicos que levam a indagações/criticidade do estudante e fazê-lo participante da proposta de aprendizagem, de modo a sentir que é detentor de conhecimentos que podem ser melhorados.

Assim, as atividades propostas neste trabalho instigam os estudantes a terem em suas expressões também a linguagem científica, de modo a poderem compreender de forma mais plena os processos dialógicos e as interlocuções.

O diálogo sempre pressupõe que os interlocutores conheçam o assunto que, como vimos, permite uma série de abreviações na linguagem falada e, em determinadas situações, cria juízos puramente predicativos. O diálogo sempre pressupõe a percepção visual do interlocutor, de sua mímica e seus gestos, bem como a percepção acústica de todo o aspecto entonacional da fala. (VYGOTSKY, 2000, p.454)

O segundo momento pedagógico, denominado de *organização do conhecimento*, constitui o momento em que o professor traz conceitos e relações a fim de promover a internalização do conhecimento na estrutura cognitiva do aprendiz; é o momento que o estudante aprende os conteúdos, sejam em termos de conceitos, procedimentos e atitudes, para que amplie sua capacidade de compreender e explicar os fenômenos problematizados.

Diante desta concepção de aprendizagem, se propõe uma extensão e aprofundamento dos conceitos, leis e princípios da física para além desta, mediante o interligar com: Química, Matemática, História, Geografia, Literatura, Astronomia e outras, trazendo uma abordagem interdisciplinar. Estas integrações de disciplinas por meio de conceitos tornam os mais internalizados e externalizados no processo de ensino-aprendizagem.

Além de reunirem potencial para interligar tópicos de uma área intradisciplinar, favorece o estabelecimento de relações com temas de outras áreas, em nível interdisciplinar. Tópicos como a fotossíntese e reações químicas podem ser mais bem apreendidos e estruturados com o aporte das categorias mencionadas. (AUTH e ANGOTTI, 2005, p. 204)

O processo de organização do conhecimento, desenvolvido pelo “professor pesquisador”, ou por outro educador que se venha a se valer deste trabalho, pode ser definido conforme o planejamento de cada atividade de ensino com estratégias diversificadas: por processo expositivo em projetor multimídia, por processo de leituras de artigos e interações, com planejamentos, por meio de jogos, por estudo dirigido de livros didáticos e outros.

O terceiro Momento Pedagógico, denominado *aplicação do conhecimento*, é caracterizado pelo resgate das problematizações iniciais, com o enfrentamento dos problemas, trazendo não apenas soluções, mas contextualizações das situações problemas finalizadas. Neste âmbito, há a intenção de abordar situações que não estejam ligadas diretamente às questões iniciais de motivação do conhecimento em estudo, mas conteúdos que podem extrapolar a mecânica clássica e outras disciplinas.

Nesta oportunidade, é importante explorar situações ou fenômenos relacionados preferencialmente ao cotidiano dos participantes/alunos e quando se tratar de situações muito distantes da realidade do estudante, procurar aproximar da vivência, contribuindo para o processo de desenvolvimento de conceitos e significados. Não interpretar tal situação como impossibilidades de instiga-los aprender conhecimentos outros, até mesmo de física moderna.

O momento final da metodologia de ensino pode ser desenvolvido com estratégias diversificadas, seja com enfrentamento de problemas, com realização de experimentos e análise, com construção, inovação e uso de produtos (como os foguetes, o Stellarium e os aviões) ou outros que possam responder, inclusive, às problematizações.

2.3 – Abordagem histórico-cultural em consonância com o uso de tecnologias.

Após a revolução Russa de 1917, em meio às turbulências sociais e influenciado pela teoria marxista, Lev Vigotski começa a se destacar no cenário, com estudos e produções a mente humana. Desde o princípio de suas atividades investigativas, o mesmo acreditava que o pensamento marxista constituía uma fonte de exploração científica em potencial. Ao insistir em que as funções psicológicas são originárias da atividade cerebral, Vigotski despontou-se como um dos primeiros defensores da combinação da psicologia cognitiva experimental com a neurologia e a fisiologia.

Por meio da análise do desenvolvimento humano, pautado no materialismo histórico e dialético, e sem perder de vista as atividades de ensino, as quais são propostas neste trabalho

científico, a vertente sociointeracionista, referente ao aprimoramento mental, se faz, segundo Vigotski (1998), por meio de planos de desenvolvimento mental, como são os planos de desenvolvimento real, os já adquiridos pelo sujeito e o de desenvolvimento em potencial, a serem adquiridos após atividades de ensino, favorecidos pela mediação.

As atividades de ensino propostas nesta dissertação carregam interações múltiplas: interações de planejamento, interações de construções de aparatos, interações de experimentação, interações de investigação, culminando com o desenvolvimento cognitivo dos alunos. Estas partem do pressuposto que os aprendizes apresentam definidos o plano de desenvolvimento mental que é específico para cada sujeito das interações. Entre as libertações, estão a ascensão do estado mental de indiferente para o estado de ação mental, devido à dependência dos estados mentais dada pelas funções psicológicas superiores.

Os participantes desta pesquisa, ao agirem e interagirem para aprender, exercitam a intelectualidade em benefício da linguagem e do pensamento. Estas funções são possíveis por meio dos processos de interações que se manifestam durante as constituições de ideias e construção de projetos de uma plataforma (base de lançamentos de foguetes) e de ações de arquitetar um foguete artesanal e de lançamento com a opção de escolher o propelente para a impulsão, com concentrações que precisam ser medidas seja de modo analítico ou experimental.

O plano de desenvolvimento da sociogênese é abordado envolvendo os estudantes do projeto de ensino numa concepção histórico-tecnológica, na perspectiva que os mesmos já são conhecedores do uso da tecnologia e se beneficiam da mesma há algum tempo na sua história de vida. Isto acontece quando o estudante é instigado a aprender novos conhecimentos ou temas diversos, com o uso de redes sociais, filmes, documentários, entre outros.

O ser humano, por meio de eventos elementares, de atividades de desenvolvimento mental, compreendido como plano de desenvolvimento microgenético, delineia-se numa história de transformações. Esta história de eventos que se transformam contribui por diferenciar um indivíduo de outro, promovendo a diversificação de habilidades e competências e, inclusive, permitindo que haja evidência da heterogeneidade dos seres, característica observada em uma sala de aula. Ao comparar dois indivíduos que tiveram uma convivência longa, por exemplo, desde o nascimento até a fase adulta, estes se apresentam diferentes devido à singularidade de eventos desencadeados em cada um.

Dentre os momentos singulares, micro momentos, está o significado de uma palavra que aproxima muito o pensamento da linguagem. Para Vigotski (2000), o que se internaliza vem do exterior por meio da língua, como a comunicação de um estudante com outro nas interações das atividades de investigação do conhecimento do Universo e compreensão das coordenadas espaciais no ciberespaço. O desenvolvimento e ordenação das funções psicológicas superiores (raciocínio, consciência, pensamento) acontece com a mediação por meio da intermediação, pois para o ser humano a interação do homem com o mundo é mediada. Por exemplo, para exploração do solo, para se preparar os alimentos ou para se vestir se faz o uso de instrumentos. Logo, existe uma mediação através de instrumentos, o que mostra que as tecnologias constituem elos de mediação entre o sujeito e o objeto. Tal é a expectativa com esta pesquisa, ao se propor material didático via instrumento de análise como os aeromodelos e os foguetes e o aparato de controle remoto ou de plataformas de lançamentos, que se estende o conhecimento para a eletricidade ou para as ondas eletromagnéticas.

Muitas ações, comunicações e compreensões do ambiente em que se vive têm os signos como mediadores, que atuam no nível simbólico, contribuindo para que o mundo exterior seja internalizado como representações, passando a fazer parte o plano psicológico. Nesta concepção, aparecem nos processos de ensino da mecânica clássica, os símbolos, as grandezas, as equações e os gráficos. Estes, ao serem interpretados, trazem para a linguagem interior vínculos que ampliam a compreensão dos fenômenos físicos, químicos, biológicos, que se manifestam nas interações e enfrentamentos de problemas em aulas de física.

A atitude de lembrar é uma função psicológica de ação mediada pela lembrança, assim como a invenção e o uso dos signos para aprender é comparada ao uso de instrumentos. Quando eu utilizo um signo para executar uma ação, há uma experiência anterior que me fez entender o signo, onde esta experiência é uma mediação para a aprendizagem, como nas experiências realizadas com os foguetes, em que o estudante, querendo obter exclusão de variáveis de resultados negativos, realiza vários lançamentos de foguetes, estimulando o raciocínio, a criatividade e o julgamento da atividade.

A interação intensifica as aprendizagens, tendo em vista que o professor, mediador, oportuniza uma série de experiências, que não se resumem ao ato de execução, do fazer em si. O professor é um mediador que contribui para acelerar os processos de desenvolvimento de conceitos e de reordenação da linguagem interior,

[...] as funções do pensamento e da fala desenvolvem-se ao longo de trajetórias diferentes e independentes, não havendo qualquer relação clara e constante entre elas, embora essas linhas se encontrem no pensamento verbal e na fala racional. Procurando esclarecer essa relação Vigotsky aborda o estudo da fala interior, que considera importante para a compreensão entre pensamento e linguagem. Para ele, a linguagem interior não consiste na ausência de som, nem tão pouco na reprodução da fala na memória. É o contrário da fala exterior e consiste na tradução do pensamento em palavras, invertendo-se o processo: a fala interioriza-se no pensamento. (VIGOTSKI, apud, BRITES e DE CASSIA, 2012, p.180).

O acompanhamento do processo de ensino-aprendizagem na proposta didático-pedagógica se deu a partir da perspectiva social e histórica, em que a socialização leva ao desenvolvimento, pois há uma construção do conhecimento advinda da relação social dos alunos entre si. Ocorre na citação anterior o contexto de um aprender pelo falar e pelo escrever, pois tanto no falar como no escrever se exterioriza o que foi ensinado ou o que foi internalizado/pensado, tendo em vista que a palavra é a mediadora entre o pensamento e o exterior.

Em semelhança à concepção de conceito unificador de Angotti e Auth (2002) entende-se que o conceito de Campo Gravitacional teve um potencial de unificação quando ocorreu a abordagem na SD. Nesta ocasião os estudantes foram separados durante a aula para segurar num plano horizontal e a certa altura um pano/tecido, o qual materializava o espaço plano. Com a ajuda do mediador, objetos eram posicionados sobre o tecido, que se deformava caracterizando o campo e, assim, os estudantes discutiam entre si a curvatura do espaço, materializada no tecido, variando de um objeto de maior massa para um de menor massa. Neste momento, houve interesse considerável, produzindo diferentes interações e uma relação social de buscar a construção científica daquela realidade.

Sabendo que, o desenvolvimento se dá pelas atividades interacionistas segundo o pressuposto histórico-cultural e inclusive considerando que a juventude atual está atualizada na cultura digital, há de se compreender que é inimaginável o viver sem a tecnologia. Do mesmo modo, o ensinar sem tecnologia educacional é atualmente dificultado e esta atividade didático-pedagógica apresentada tem fundamento e coerência, diante do quadro em que os estudantes atuais, em grande parte, já são hábeis na arte de utilizar da tecnologia.

Logo, já existe uma etapa estruturada que dá condição de aprender por meio da tecnologia, como o uso do software Tracker (software livre de modelagem matemática) e de simuladores de experimentos de física. Estes funcionam por meio da inserção de um vídeo (feito sobre os arremessos de foguetes, com a ajuda dos alunos), e possibilitam uma

modelagem por meio de gráficos dos movimentos dos foguetes, relacionando grandezas e interpretando os movimentos em uniforme ou uniformemente variado, em sistemas conservativos (ou não) de energia.

O Tracker é um software livre que permite descrever movimentos, como dos foguetes, de um garoto movendo-se com um skate, de um aeromodelo e outros, sem a necessidade de recorrer a equações diferenciais para tratar da questão das dissipações de massa de propelentes que ocorrem nos foguetes artesanais, ou de resistência do ar nos aeromodelos.

Também se pode perceber que o estudante do ensino médio já é portador de capacidades mentais para percepção, atenção e imaginação, que contribuem para aprender/compreender o espaço sideral e dimensioná-lo. Assim, com a inserção neste espaço começa a agir, refletir e a desenvolver a visualização do Universo com suas cores (imagens do telescópio Hubble), suas interações estelares, suas rotações e translações, o amanhecer o entardecer, o nascer e o ocaso, e muitos outros valores (tempo, velocidade...).

Para incrementar a aprendizagem é preciso que haja uma intervenção pedagógica para mediação, gerando um diferencial entre o desenvolvimento real e o desenvolvimento a ser estruturado (potencial), que Vigotski denominou de *Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP)*. Esta mediação aproxima o desenvolvimento real do desenvolvimento potencial do indivíduo (desenvolvimento a ser estabelecido), o qual se obtém por meio dos conceitos, ambientes, símbolos, signos. Nesta concepção, não precisa se preocupar somente com o arcabouço aprendido, mas também com o que está aprendendo, valendo das problematizações em cada atividade dos momentos pedagógicos.

Esta concepção permite libertar-se do processo de ensino-aprendizagem transmissivo com exigência de pré-requisitos e interações remotas, devido ao professor se preocupar apenas com saber do estudante. De outro modo, no pensamento libertador há o incentivo das interações, instigando o estudante a questionar e a responder a questionamentos, despreocupado da pré-existência de conhecimentos. Isto permite a aprendizagem significativa muito além do imediato e conduzindo a ganho favorável de desenvolvimento.

2.4 – Aspectos de atos pedagógicos para ação e reflexão em ensino-aprendizagem

Neste item tem-se uma influência de Paulo Freire, quando trata da valorização da existência e não um fim ou um objetivo de apenas cumprir um conteúdo voltado para a

ciência, mas convergindo para a estruturação da humanização. Na multidão das palavras houve as que se destacaram pela necessidade de um tempo e de um espaço, em um diálogo em sala de aula. Veja que, na sala de aula, os estudantes têm formações diferenciadas, o que requer a mediação, a dialogicidade, envolvendo a fala de todos. Estes aspectos são abordados na “pedagogia do oprimido”, para benefício e valorização das especificidades de todos, como marcas da libertação.

Propôs-se, assim, a prática pedagógica como caminho permeado pelo diálogo, de cumplicidade entre professor e alunos, numa reflexão de (re)criar e (re)construir tendo como essência uma “educação como prática da liberdade”.

A comunicação de palavras, que se inter-relacionam como geradoras de novos significados levam o sujeito ao mundo, não só do outro, mas também ao seu mundo interior, contribuindo para a reflexão num descodificar e codificar, para ter consciência de sua própria história, pois a reflexão dos conceitos, significados registram o ser em si mesmo, responsável por sua própria história. Pela história construída, pelo escrever e pelo falar, vem o estruturar do pensamento. Quando se pensa o mundo se faz juízo, pelo falar ou pelo escrever, aprimorando a sua própria consciência, a qual, quando é construída, percebe-se a responsável pela sua própria história.

Por meio da intersubjetividade, as consciências se comunicam e se evidenciam e se constituem historicamente no processo de dialogicidade, como quando uma problematização instiga os estudantes a pensarem. Aqui se vê que o diálogo não é um produto histórico, mas é a própria historicização, o qual permite a humanização do homem pela própria história, refletindo nos fundamentos psicológicos já estabelecidos.

Logo, de Freire (1987, p. 107) vem que:

em linguagem direta: os homens humanizam-se, trabalhando juntos para fazer do mundo, sempre mais, a mediação de consciências que se coexistenciam em liberdade. Aos que constroem juntos o mundo humano, compete assumirem a responsabilidade de dar-lhe direção. Dizer a sua palavra equivale a assumir conscientemente, como trabalhador, a função de sujeito de sua história, em colaboração com os demais trabalhadores – o povo.

Diante deste pensamento se vê o homem como construtor de sua história numa atmosfera de reciprocidade, incentivando o diálogo, a interação de construção de um plano, de exploração e ampliação de um conhecimento, de aprovação ou reprovação de uma afirmativa e a conseqüente humanização. No processo pedagógico busca-se incentivar os estudantes a

estabelecer interações de cooperação e harmonia. Isto se vê quando alunos de diferentes classes sociais se apresentam para montar um aeromodelo ou um aparato de lançamento de foguetes, em que todos têm o mesmo objetivo: concluir com êxito a missão e se apresentar com ideias; usar da força física na montagem de uma plataforma de lançamento de foguetes; ofertar a residência para reuniões; comprar materiais ou montando os mesmos.

Devido às pessoas mais humildes sempre pensarem que suas ideias são menos válidas do que as dos outros, o ensino-aprendizagem necessita aprimorar a libertação, sem desvalorizar o “Ser Mais” em sala de aula. A estratégia pode ser a de organizarem grupos de pesquisas ou de interações que possam ser alternados, como os que se sucederam na retomada do tema unificador, “Campo Gravitacional”.

Quando dois estudantes fizeram um relato do conhecimento sobre “Campo” e em seguida estes dois se uniram a outros dois para uma síntese mais aprimorada e, por conseguinte, os quatro se organizaram com outros dois, sempre alternando os elementos do grupo, até o número de seis elementos. Nessa organização, elaboraram uma síntese de campo gravitacional que foi apresentada por um estudante do grupo a todos os membros da sala de aula.

Pelo princípio de que “ninguém liberta ninguém, mas que os homens se libertam em comunhão” (FREIRE, 1987, p.29) é que o educador precisa gerar um ambiente de ensino-aprendizagem para que todos, diante de suas diferenças, possam aprender. Nessa perspectiva, os que não têm o hábito de falar possam falar, pois pelo falar também se aprende. Tal empenho do educador precisa ser de não ativismo, mas de reflexão da ação para a libertação.

O diálogo é uma atividade humana cuja qualificação está nas palavras e interações, que compreendem ação e reflexão, pois se não for autêntica não haverá a ação interagindo com a reflexão. Neste contexto o fenômeno da dialogicidade se dá pela palavra voltada para a transformação do mundo, pois há a prática e a teoria engajada no ambiente das interações humanas.

Por isso, num ambiente de sala de aula o professor (orientador, mediador) deve velar pela palavra com propriedade de comunicação e transformação, ou seja, de ação e reflexão evitando, assim, o isolamento da ação ou da reflexão não gera uma transformação. Para Freire (1987, p. 44), quando “se enfatiza ou exclusiviza a ação, com o sacrifício da reflexão, a

palavra se converte em ativismo, o qual corresponde à ação pela ação, ao minimizar a reflexão, nega também a práxis verdadeira e impossibilita o diálogo.”

Cabe, portanto, ao mediador no ambiente de sala de aula o administrar do diálogo no sentido de proporcionar que todos possam expressar suas reflexões em ações e suas ações em reflexões, de modo que todos possam dialogar entre si e com o mundo com o qual estão socializados, o que leva a cada um portar um sentimento de significação como sujeito que pensa e faz no ambiente de aprendizagem. Para o desenvolvimento do diálogo é necessário que todos se respeitem mutuamente no sentido de cultivar a harmonia e a humildade como característica para a argumentação, nunca tendo uma palavra como suprema, mas capaz de se transformar pela força do diálogo.

Para estruturação de uma SD há a necessidade de pactuar conhecimentos, anseios e diálogos, a exemplo do que ocorre nas atividades sobre foguetes, em que certos aspectos sejam acordados e/ou considerados no coletivo, como a estabilidade durante o voo de um foguete ou de uma aeronave ou aeromodelo. A busca da compreensão do funcionamento destes aparatos leva a um diálogo com reflexões e questionamentos procurando a fonte do equilíbrio de translação (movimento de um ponto de um referencial a outro) e de rotação (conservação do momento angular, manutenção da direção do eixo de rotação e da intensidade da rotação).

Observa-se que neste raciocínio há uma relação de convivência e busca para um mesmo objetivo, proporcionando, assim, a oportunidade de um processo autêntico de educar, em que, para solução da situação, todos precisam participar da busca da compreensão dos fatores relevante aos movimentos dos objetos em estudo. Desta relação surgem os conceitos ou temas a serem explorados e, conseqüentemente, a estruturação de Situações de Estudo (SE) e, de forma mais ampla, de uma sequência didática, o que mostra uma consonância com a dialogicidade de Freire.

A problematização realizada com os educandos em sala de aula se faz a partir do momento que o educador conscientize que o processo educacional envolve mediação, negociação e instiga para novos aprendizados. A aprendizagem não se dá por imposição, por transmissão, como uma educação “bancária”, conforme definido por Paulo Freire e adornada pela prática do ensino transmissivo, tendo a educação como opressora, marcando a educação com o reprodutivismo de ações herdadas de sociedades elitizadas.

Para Freire a educação deve ser permeada de diálogo, com enfrentamento de problemas, com problematizações, proporcionando que os estudantes possam explorar os conhecimentos cotidianos, lembrando que o aluno não é uma “tábula rasa”. Esta concepção contribui para uma relação não autoritária, em que os conhecimentos prévios do aluno são valorizados, pois o aluno é um ser histórico-social, de modo que haja entre educador e educando uma troca de experiências e informações, numa interação horizontal.

O diálogo do ponto de vista pedagógico representa a busca pelo conteúdo programático, contribuindo por ouvir o educando em termos de escolha dos “Temas Motivadores”, como ocorreu na estruturação das Situações de Estudos desenvolvidas nesta dissertação. Nesta, prevaleceram os anseios de se participar em uma Mostra Brasileira de Lançamentos de Foguetes de PET e também na Olimpíada Brasileira de Astronomia e, ainda, as atividades de aeromodelismo de um dos estudantes da escola.

Sendo assim, a investigação temática pelos alunos e professores se faz por meio de diálogos, de modo a explorar a desconstituição do tema para, num momento posterior ser novamente constituído por novos olhares e conhecimentos, como é o caso de responder a hipóteses ou a indagações, que poderão ser “moldadas” pelos Três Momentos Pedagógicos. É no diálogo e na reflexão das ações que se qualifica a aprendizagem, a intelectualidade, a linguagem exterior e interior.

A investigação dos temas e conceitos é o ponto de iniciação do processo de ensino. Representa um esforço comum de consciência da realidade e de autoconsciência e requer certo preparo, em que os sujeitos vão descobrindo a conexão entre problemas e temas significativos. Os fatos expostos pelo educando, na prática educativa, contribuem para que se potencialize o diálogo, ampliando, assim, a visão do educando, tornando o mais crítico e menos focado em si mesmo, ampliando a visão de mundo. Aqui se vê a necessidade do educador pensar numa estratégia, refletir, agir, reagir, avaliar, avançar, retomar: qualidades que dependem da formação profissional e continuada do professor.

A ação dialógica é permeada pela colaboração, troca, união e também pela visualização cultural. Pois tudo o que o educando passa a fazer após a dialogicidade em sala de aula é enxergar o mundo com criticidade, com intento de intervenção, manifestando ações com sentimento social, sentimento de liberdade.

O professor que pensa nessa perspectiva expõe aos educandos que o viver no mundo é maravilhoso, e propõe que quem está no mundo tem que intervir nesse e conhecê-lo. No entanto, o ato de fazer é mostrar a historicidade e tem que ser feito sistematicamente com retomadas, desconstrução e reconstrução. Verifica-se que a aprendizagem de um conhecimento novo implica tornar outro velho, que outrora foi novo. Em uma pesquisa se busca o novo, para poder ensinar, o que implica em pesquisar para comunicar o novo.

Ensinar, aprender e pesquisar relacionam-se com tempos diferentes, sendo que o momento em que se ensina e se aprende o conhecimento já existente, e o momento em que se trabalha a produção do conhecimento ainda não existente. Para ensinar o professor leva em conta o que o estudante já sabe. Quando se instiga o estudante a falar, a gerar hipóteses, significa considerar o saber social do educando interiorizado nas práticas cotidianas. Ensinar é respeitar os saberes que o aluno possui e relacionar em diálogo aos problemas vivenciados pelo aprendiz, sejam os políticos, os éticos e os ideológicos.

O ensinar compreende trabalhar o conhecimento também de modo estético, sem exagerar na depreciação ou elevação do conteúdo científico ou tecnológico aprendido e ensinar ético corresponde a respeitar a formação moral do aprendiz, suas emoções, suas sensibilidades, suas afetividades. Pela prática, na perspectiva da pedagogia da autonomia, o professor precisa comunicar o conhecimento, mas acompanhá-lo de exemplos, ou seja, de experimentos, de contextualizações, para que não venha a praticar o dizer e o desdizer. Assim, também no ensinar deve existir uma reflexão em relação à prática pedagógica, para que se possa sair da curiosidade ingênua para a curiosidade crítica.

Quem ensina não apenas transmite conhecimento, mas compreende muito mais, ou seja, cria e oportuniza ao estudante a ampliação dos saberes. Para tanto precisa promover o diálogo, incentivando a problematização e sendo curioso, pois o professor curioso instiga o aluno a expor suas ideias, suas concepções cotidianas já estabelecidas e disponíveis para serem potencializadas.

CAPÍTULO 3

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho tem como ambiente a escola e como linha de pesquisa o ensino e aprendizagem escolar, requerendo, então, uma metodologia voltada para o desenvolvimento do processo didático-pedagógico em simultaneidade com metodologia da ação na pesquisa qualitativa.

3.1 – O Contexto de desenvolvimento e investigação da Sequência Didática

O ambiente em que se deu a pesquisa é uma escola pública federal que tem o seu Plano de Desenvolvimento Institucional voltado para um ensino integral e interativo, o que oportuniza aos professores tanto das disciplinas da base comum como da parte profissionalizante/técnica oportunidades de constante inovação pedagógica. Além do que a instituição proporciona aos estudantes assistência estudantil (recursos para atividades práticas ou para visita/viagens técnicas), que para os estudantes e professores são estímulos para envolvimento amplo e aprofundado nas atividades de ensino.

Outro fator que contribui com esta pesquisa está no fato dos participantes permanecerem em número constante ao longo do processo, tendo em vista que a evasão na escola é baixa, ocorrendo muito esporadicamente. Também, não há inserção de novos participantes no grupo ao longo do processo, pois o ingresso de participante é por meio seletivo e ocorre anualmente.

Os participantes da pesquisa ingressam na instituição de ensino, pesquisa e extensão por meio de processo seletivo para realizarem cursos técnicos. Tal processo se dá priorizando a seleção de sujeitos por uma lei de quotas, escolhendo pessoas de famílias de baixa renda, de classes muitas vezes penalizadas pela sociedade como um todo. Assim, ocorre a inclusão e ascensão a níveis mais altos no Sistema de Ensino, por processos legais, num sistema de classificação dado por quotas. Estas são preferenciais: aos pretos, pardos ou indígenas; baixa

renda per capita familiar; estudante de estudo integral ao longo da vida em escola pública; por melhores resultados na fase do processo avaliativo. Mesmo sendo selecionados por meio de um processo, observa-se a presença de uma forte heterogeneidade ao longo das atividades, tornando um desafio aos professores.

Deste modo, os participantes da pesquisa, logo após a sua admissão como alunos da escola são inseridos na pesquisa, o que leva o professor pesquisador a englobar na estruturação da SD uma fase inicial de nivelamento, de operações básicas da matemática, com uso de medidas, erros, área, volume e concepção das unidades de medidas e transformações das referidas unidades de medidas, cujos conhecimentos já estejam imbricados com conceitos a serem utilizados ao longo de todas as atividades de ensino de mecânica.

O ensino realizado na escola, de modo geral, acaba tendo implicações nas atividades realizadas uma vez que boa parte dos professores, ainda que admitidos na escola por meio de concurso público e tendo como fase de entrada avaliação em uma aula para analisar habilidades didáticas, não tiveram disciplinas de cunho pedagógico em sua formação. Portanto, é comum ver aulas pautadas no mecanicismo, sem a devida reflexão, o que é um obstáculo a ser vencido pelo professor pesquisador, que nem sempre é compreendido pelas suas práticas pedagógicas. Por outro lado,

Se, por exemplo, numa área em que funcionam trinta “círculos de cultura”, na mesma noite, todos os “coordenadores” (educadores) procedem assim, terá a equipe central um rico material temático a estudar, dentro dos princípios descritos na primeira hipótese de investigação da temática significativa. (FREIRE, 1987, p. 69)

Infelizmente não é essa a realidade, apontada por Freire em *Pedagogia do Oprimido*, sugerindo que todos os educadores já utilizam da prática dialógica com consciência, que acontece na escola. Existem ainda concepções de ensino e aprendizagem com predominância de ações mecanicistas e transmissivas. Portanto, há um longo caminho a trilhar, desafiando os estudantes participantes da pesquisa, que necessita ainda se habilitarem, ao longo do referido trabalho, em conhecer e aprofundar a ação reflexiva e o diálogo como método de aprendizagem.

3.2 - O desenvolvimento da prática pedagógica com estruturação da Sequência Didática

A pesquisa proposta nesta dissertação buscou analisar a abordagem da Sequência Didática mediante enfoque temático, buscando inovar o processo de ensino-aprendizagem, que seja significativo para os educandos. Isto se deve ao fato dos conteúdos disciplinares de física, segundo os arcabouços dos livros didáticos, e também segundo os conteúdos propostos pelos sistemas de ensino, mostrar-se compartimentalizados, superficiais, mecânicos e pouco instigadores da curiosidade nas práticas de laboratórios.

Sendo assim, foi proposta uma sequência didática (SD) baseada em temas, de contextualização, interdisciplinar e com exploração de material didático que seja acessível e expressivo para construção dos conhecimentos escolares. A sequência didática (SD), sugerida por Dolz et al. (2004), refere-se a um conjunto de atividades escolares organizadas, de maneira sistemática, em torno de um gênero oral ou escrito, que na física o gênero oral e escrito é regido por temas ou conceitos relevantes para aprendizagem de fenômenos físicos.

Portanto, a SD corresponde a uma metodologia de trazer ao estudante a oportunidade de observar, analisar e concluir de como os conceitos se comunicam. Isto se dá por meio de um contrato didático inicial com os alunos proporcionando aos mesmos balizar as suas aprendizagens. O acordo didático com os alunos compreende uma apresentação das situações a serem abordadas ao longo de uma SD ou em cada uma das atividades propostas para o desenvolvimento afetivo, motor e cognitivo, para que os aprendizes possam interiorizar as ações didático-pedagógicas com responsabilidade e se sentir parte importante da construção do seu próprio aprendizado.

Nesta assertiva, o professor procura mostrar aos mesmos sua consciência no exercício profissional por meio das ações e habilidades funcionais, informando-os sobre a necessidade de participar dos diálogos, falar sobre o que se discute em sala de aula, envolver com as atividades propostas justificando que as mesmas também são instrumentos de aprendizagem e desenvolvimento.

Nesta concepção, as atividades se estruturam nos Três Momentos Pedagógicos (TMP), de Delizoicov e Angotti (1992) e em temas motivadores. Estes foram organizados na modalidade de Situações de Estudo, as quais são entendidas como momentos elementares

constituintes da SD, utilizando de problematização, sistematização e aplicação/contextualização do conhecimento.

A introdução é feita recorrendo primeiramente a uma parte lúdica (lançamento de um foguete, um filme, um movimento de aeromodelo), com problematizações e provocações que instigam a curiosidade, a dúvida e a geração de hipóteses, tese e antítese e depois se organiza o conhecimento permitindo um ir e vir na utilização de conceitos, leis e fenômenos.

Uma boa sequência acontece com qualidade se o professor mediador for comprometido a ponto de articular a SD, gerando várias inserções conceituais relacionando ao conceito unificador.

...conceitos unificadores foram e estão sendo utilizados em várias ações pedagógicas e têm servido como referência nas intervenções realizadas em vários níveis de escolaridade (diversos níveis de profundidade e crítica), bem como na produção de material instrumental e didático (AUTH, 2002, p. 101)

Tal ação pedagógica, associando material teórico e experimental, contribui para potencializar a compreensão dos conceitos, das leis, dos fenômenos e as relações entre os mesmos e com outros,

a partir da situação presente, existencial, concreta, refletindo o conjunto de aspirações do povo, que podemos organizar o conteúdo programático da Educação ou da ação política (...). O que temos de fazer, na verdade, é propor ao povo, através de certas condições básicas, sua situação existencial, concreta, presente, como problema que, por sua vez, o desafia e, assim, lhe exige resposta, não só no nível intelectual, mas no nível da ação. (FREIRE, 1987, p. 86)

A sequência de atividades aqui propostas objetiva instigar os estudantes a conhecerem assuntos da mecânica, entre eles: pressão e suas relações, campo gravitacional e suas consequências, força e seus efeitos, movimento e suas características e causas, as Leis e suas aplicações, energia e suas transformações, momento linear e angular e suas variações e o momento de inércia e sua influência.

Além destes, apropriando das contextualizações, mostrar os reflexos dos conceitos da física relacionando-os com: as atividades de lançamento de foguetes, a exploração do Stellarium (um software, aplicativo computacional gratuito de interação com o espaço estelar) e os aeromodelos (análise de movimentos em trajetórias diversas). Procura-se, então, manipulá-los, relacioná-los com outras áreas do conhecimento, indagar, debater sobre conhecimentos, como do cotidiano, em função da aprendizagem realizada e tornar-se mais

observador, mais crítico, mais provocador e hábil na transformação de ideias e instrumentos, desenvolvendo o caráter afetivo, cognitivo e motor.

A partir do que se sugere nesta metodologia cabe uma explanação sobre como se dará a estruturação da SD proposta, a qual se organizará em Temas: 1 - Lançamento de Foguetes, 2 - Esfera Celeste e 3 - Aerodinâmica.

O tema 1, de construção e lançamento de foguetes é apresentado aos alunos com a perspectiva dos melhores grupos de trabalhos, que conseguirem os melhores alcances nos lançamentos, participarem de uma visita técnica em um centro de lançamento de foguetes, ou museu de ciências ou de aeronaves ou automóveis ou parque ambiental. Para melhor entenderem os passos a serem seguidos os alunos são levados ao auditório da escola, onde assistem a um filme “O céu de Outubro”. Em uma aula posterior o filme é discutido e um foguete artesanal de garrafa PET é apresentado, descrevendo as partes mais importantes da aerodinâmica do foguete. Nesta apresentação expõem-se os três pontos fundamentais que interferem na estabilidade do foguete durante o voo: Centro de Pressão (CP), Centro de Gravidade (CG) e Centro de Massa (CM). Estes pontos contribuem para três Situações de Estudos a serem abordadas, as quais relacionam aos conhecimentos da física: a hidrostática, a gravitação universal (motivadora da SE – Esfera Celeste) e os movimentos circular, uniforme e uniformemente variado. Estas são desenvolvidas paralelamente com as atividades de foguetes.

Após a apresentação da aerodinâmica dos foguetes, os alunos constroem projetos arquitetônicos das bases de lançamentos e em seguida passam para a fase de construção do que foi projetado, culminando com inúmeros testes, aperfeiçoamento dos aparatos, discussão das falhas dos experimentos e por fim participação em uma mostra escolar de lançamento de foguetes.

O tema 2, Esfera Celeste, aborda temas relacionados com a astronomia, partindo do Sistema Solar, da Via Láctea (magnitude das estrelas), das Galáxias, do Cosmo (ideia dos vários modelos de Universo), das coordenadas de observação estelar, da eclíptica e dos movimentos Sol e Lua. Este tema é contextualizado com o uso do aplicativo Stellarium, em que os estudantes o conhecem por si só, como momento de problematização, depois em aula posterior vem a sistematização do conhecimento. Para finalizar respondem a um questionário, como momento pedagógico da aplicação dos conhecimentos via uso do Stellarium.

O tema 3 compreende uma oportunidade de compreender como se sustenta muitas toneladas de massa no espaço durante o voo de uma aeronave. Para instigar os estudantes a atividade inicia-se com a apresentação de um aeromodelo ligado a uma trave de madeira ou metal, estrutura do telhado da área de convivência da escola, por meio de um fio de nylon. Com o uso de um aparelho de controle remoto o aeromodelo é colocado a se mover, o que ocorre em círculo, devido à limitação dada pelo fio de nylon. Assim, neste momento várias provocações são feitas a respeito do movimento, das forças que atuam no aparato tecnológico, da energia envolvida, dos vetores, da frequência de rotação e outras.

Percebe-se, assim, que os temas 1, 2 e 3 oportunizam aos estudantes e professor a estruturação de todo o trabalho didático-pedagógico e do processo de ensino e aprendizagem no decorrer da abordagem dos temas, os quais dão condição de trabalho para todo um ano letivo, conforme ocorreu na investigação aqui apresentada.

Conforme os tipos dos conteúdos estudados, surgem também os sistemas de avaliações, os quais acontecem por meio de análise dos relatórios, por meio de provas individuais com tempos dilatados para fazer ou da Olimpíada de Astronomia, de simulados modelo ENEM, de trabalhos de interação em grupos de dois, depois de três, depois de seis (como ocorreu com o trabalho de campo gravitacional) a ser exposto.

Ao final da abordagem da SD os alunos foram submetidos a um simulado abordando os conceitos explorados, como um fechamento final da SD.

3.3 – Os procedimentos efetivos da investigação.

Todo processo de investigação parte de uma ideia relacionada a uma pergunta, a um questionamento, a um querer saber. Há previamente, ao menos, algum instrumento de dimensionamento para a análise investigativa, mesmo que este não seja tão eficaz para a solução da questão. Neste contexto, desde o começo a pesquisa portava os aparatos tecnológicos como apoiador da atividade de ensino e a ideia de dimensionar a viabilidade do mesmo como material didático-pedagógico. Porém, os horizontes se ampliaram a partir do momento que os participantes da pesquisa integraram o meio em investigação, tornando mais relevante a análise da abordagem da SD contextualizada pelos aparatos. Logo, a pesquisa em questão foi determinada para ser uma pesquisa qualitativa, caracterizada pela interpretação de dados como: descrição de fenômenos e comportamentos; citações sobre experiências dos

participantes; registros dados por relatórios; transcrições de entrevistas; interações entre indivíduos; outros.

Mesmo sabendo que não há um método privilegiado para se investigar a área de Ensino de Ciências, pois uma pesquisa, envolvendo um problema de especificidade singular, poderá ser abordada de modo diferente, pois esta ação está vinculada ao referencial teórico para a pesquisa, o qual conduz as interpretações diversas devido ao olhar delimitado pelo pesquisador.

Diferentemente das outras metodologias qualitativas, na Pesquisa Experimental Qualitativa há intervenção do pesquisador na realidade observada e esta intervenção é que será avaliada. Observe-se, ainda, que o pesquisador mantém, ou procura manter, seu posicionamento distante e externo ao universo da pesquisa, o caráter qualitativo sendo dado pelos Instrumentos de Coleta de Registros e pelas Técnicas de Análise dos Registros, que são característicos de pesquisas qualitativas. (ROSA, 2013, p.40)

Nesta perspectiva, a pesquisa científica, estruturada numa concepção de Mestrado Profissional, compreende uma análise qualitativa, uma subjetividade para ser investigada, juntamente com a objetividade. Isso compreende analisar o concreto/real em sala de aula, além do que se organiza em termos de desenvolvimento cognitivo do participante da pesquisa. A ideia é que se torne em resposta imediata para o professor pesquisador e para os estudantes, como benefícios teóricos, práticos e pessoais.

A metodologia da pesquisa busca refletir sobre as práticas pedagógicas, com intento de analisar a influência e abrangência do procedimento pedagógico e verificar a pertinência da sequência de exploração dos conteúdos programados do ensino da mecânica clássica. Também estará em investigação a influência dos protótipos didático-tecnológicos (dos foguetes e aeromodelos) que contemplam a contextualização e a aprendizagem do conteúdo abordado.

Portanto, é uma pesquisa de cunho exploratório do aprender fazendo, do aprender falando, do aprender integrado e interativo, com viés de pesquisa qualitativa. Nesta, em grande parte do tempo será feita uma análise da fala dos participantes e dos resultados de aprendizagem. Os registros das aulas desenvolvidas, das atividades realizadas, são constituídos com fotos, vídeos, questionários, avaliações realizadas, relatórios de atividades, listas de exercícios, os quais expressam valores de relevância para a pesquisa.

A pesquisa investiga as Situações de Estudo exploradas no ensino médio, atentando para aspectos envolvendo objetividade e subjetividade dos participantes. Mesmo assim, predomina a análise de expressões, de falas, de internalizações, motivadas por meio das interações repletas de imprevisibilidade, que também são relevantes marcas de significado da prática no decorrer da pesquisa.

Nesta concepção, o pesquisador precisa estar atento e procurar manter o ambiente o mais natural possível, a fim de poder descrever com rigor e veracidade os processos de aprendizagem, de análise dos conteúdos ensinados e de retomada dos conhecimentos explorados na SD.

Para tanto, após análise das atividades, da leitura dos questionários e dos relatórios, além de transcrição de entrevistas e imagens, percebeu-se que a SD apresentava algumas características significativas e diferenciadas. A partir destas foram exploradas/classificadas cinco categorias de análise, as quais são: 1 - A conceitualização na SD; 2 – O Uso da tecnologia na SD; 3 - Contextualização e Interdisciplinaridade na SD; 4 – Abordagem teórico-experimental na SD; 5 – Dialogicidade, interações e liberdade de expressão na SD.

Quando se procura analisar a organização e significação conceitual na Sequência Didática subentende a verificar a própria disposição dos conceitos, se são retomados no decorrer da SD e se são tratados com igual relevância durante a exploração dos conhecimentos envolvidos.

A interdisciplinaridade é observada pela possibilidade de poder tratar os temas em diálogos, problematizações e sistematizações em disciplinas diferentes, podendo ser no momento da aula de um professor ou de outro ou de ambos simultaneamente. Para isso, observa-se a abordagem dos conceitos nas diferentes disciplinas, como: química, geografia, história, matemática, informática, disciplinas técnicas, astronomia/cosmologia/astrofísica e outras.

O teor de contextualização na SD se verifica quando analisa o uso de diferentes instrumentos de aprendizagem e de conexão entre os conhecimentos escolares e o cotidiano, que pode ocorrer com um conteúdo específico e ou em comunicação com outro conteúdo de outras áreas do conhecimento, sejam eles abordados nos programas curriculares das escolas ou não.

Formar indivíduos que se realizem como pessoas, cidadãos e profissionais exige da escola muito mais do que a simples transmissão e acúmulo de informações. Exige experiências concretas e diversificadas, transpostas da vida cotidiana para as situações de aprendizagem. Educar para a vida requer a incorporação de vivências e a incorporação do aprendido em novas vivências. (PEREIRA, 2000, apud. LOPES, 2002, p. 390).

Segundo os documentos oficiais da Educação, a contextualização contribui para uma aprendizagem voltada ao trabalho/ à produtividade e, à vida social e cotidiana e segundo Lopes (2002, p.395), a “contextualização é um dos processos de formação das competências necessárias ao trabalho na sociedade globalizada e à inserção no mundo tecnológico.” Também vai se perceber que a SD contextualizada com a utilização da tecnologia, contribuirá para exercer no estudante um desenvolvimento da competência da ação e da reflexão, de modo a preparar o estudante para realizar atividades motoras e cognitivas.

O fator teoria-experimento na SD mostra um caráter típico das Ciências da Natureza, de cunho científico, ou seja, a relação teoria e experimentação. Neste caso será evidenciada a teoria contextualizada pela prática experimental e vice-versa, envolvendo materiais de cunho prático, como as plataformas e foguetes, de modo que os conceitos possam estar sendo comunicados, expressos em linguagem oral e escrita.

A execução da pesquisa não acarreta constrangimento, pois envolve atividades com a participação direta do pesquisador e os demais participantes da pesquisa, no processo de ensino-aprendizagem, interação de modo natural com o pesquisador. Este, respeitada sua condição de professor, costuma agir como se fosse parte do grupo e a convivência cotidiana pesquisador-participante é comum no ambiente escolar, até mesmo quando não há uma pesquisa pré-determinada em execução.

CAPÍTULO 4

SITUAÇÕES DE ESTUDO E TEMAS EXPLORADOS

O projeto de pesquisa relacionado à linha de investigação ensino-aprendizagem surgiu com o objetivo de, além de analisar os benefícios do tema “Atividades de Lançamento de Foguetes”, propor como produto uma sequência de Situações de Estudos (SE) que pudessem se constituir como uma nova modalidade de organização do conteúdo da física clássica no ensino médio.

Ela corresponde a um roteiro básico de orientação, uma modalidade de organização para desenvolver o processo de ensino-aprendizagem, a partir de uma situação concreta, de vivência dos alunos, rica conceitualmente para diversos campos da ciência, de forma a permitir uma ação interdisciplinar (AUTH, 2002, p.139)

A SE parte de tema de interesse dos alunos e que envolve uma situação, como um experimento, um acontecimento. Ou seja, ela compreende

atividades organizadas a partir de uma situação contextual e da vivência dos professores e alunos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem, o que permite que todos participem das discussões e de acordo com seus próprios entendimentos em elaboração, podendo contemplar os conteúdos escolares de forma mais aberta, numa perspectiva inter e transdisciplinar. (ARAÚJO et al, 2007, p.165).

Nesta perspectiva, numa experimentação no processo de ensino-aprendizagem, surgiram aspirações e necessidades por parte dos estudantes/participantes, os quais contribuíram para um sequenciamento mais amplo, em termos de SE, de modo a englobar a física clássica, contextualizada com astronomia, astronáutica e aeronáutica, além da inserção da tecnologia computacional que não estava em voga no projeto inicial.

Esse conjunto de fatores contribuiu para a organização de conteúdos envolvendo três Temas, que se inter-relacionam por meio dos conceitos explorados, que são retomados a cada Tema abordado. Conforme análise dos resultados nesta pesquisa o processo já se fez mais enriquecido e contextualizado. Nessa perspectiva, o desenvolvimento se dá por construção histórica e social, sendo organizado com base na modalidade de SE e da concepção dos conceitos unificadores, os quais favorecem a relação com outros conceitos para sua interpretação, explorados numa “ecologia de conceitos”, em concordância com Delizoicov e Angotti (1992) e Auth (2002). Os

conceitos unificadores são complementares aos temas, por carregarem a veia epistêmica e que, no campo cognitivo, “constituem ganchos teóricos que podem articular/organizar conhecimentos aparentemente distintos em níveis intra e interdisciplinar. Por consequência, minimizam o risco de fragmentação”. (AUTH, 2002, p.100).

As tecnologias exploradas no desenvolvimento das atividades de ensino se emparelham com tecnologias em voga nas indústrias de produção e de consumo e são estruturas de políticas públicas, as quais são empregadas e administradas pelos órgãos governamentais do Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (SINDAE), em especial o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), a Agência Espacial Brasileira (AEB) e do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e também da Sociedade Brasileira de Astronomia (SAB).

Estas instituições governamentais promovem em âmbito nacional as Olimpíadas Brasileiras de Astronomia e Astronáutica, Jornadas Brasileiras de Lançamento de Foguetes e cursos de Astronomia, Astrofísica e Cosmologia. De modo que esta realidade, dadas às características apresentadas, trazem justificações, que favorecem a inserção no sistema de ensino, de atividades que estimulam o desenvolver dos conteúdos no ambiente escolar.



Figura 1 - Mostra Brasileira de Foguetes realizada na escola – Autoria Própria

Para que se participe das referidas Olimpíadas e mostras é preciso que os professores envolvam os alunos nas atividades astronômicas e astronáuticas, através respectivamente de estudos dos fenômenos naturais (terrestres e extraterrestres), observações estelares, observações do nascer e ocaso dos corpos celestes em relação a referenciais na Terra e de estudos dos programas nacionais aeroespaciais, envolvendo os foguetes e lançamentos dos mesmos e também satélites e suas especialidades, progresso da tecnologia dos aviões, foguetes, estações espaciais e satélites.

Para o incremento dos assuntos há livros ofertados pelo Ministério da Educação, “Explorando o Ensino” (NOGUEIRA e CANALLE, 2009), os quais trazem a história da astronáutica e consequentemente dos foguetes e satélites. Para a astronomia recorremos a vários artigos e softwares, como o Stellarium (um aplicativo, planetário de código aberto para computadores), envolvendo atividades que trata da exposição e análise do espaço Sideral e ainda os filmes abordando tecnologias aeroespaciais e astronômicas.

Com o intento de desenvolver o processo de ensino-aprendizagem, frente às necessidades do cidadão brasileiro, volta-se para as atividades de lançamentos de foguetes artesanais com garrafas PET, as quais são desenvolvidas simultaneamente com os conhecimentos escolares de física clássica. Entre eles, o estudo da gravitação universal, partindo do pressuposto que todos os fenômenos clássicos são submetidos ao campo gravitacional. Justifica-se o início do ensino a partir da conceituação dos conceitos unificadores: campo gravitacional, pressão, força.

Por conseguinte, como os movimentos de foguetes, em grande parte da trajetória estão na presença de fluidos, o ar ou de propelentes líquidos, justifica a inclusão do estudo da hidrostática, em especial da densidade, da pressão e da força empuxo, já no princípio da atividade de ensino.

Para o entendimento e exploração dos conhecimentos diversos da mecânica clássica, o estudante é protagonista da estruturação da Sequência Didática, por meio da análise da aerodinâmica do foguete, o que contribuiu, também, para que o professor de física explorasse o conhecimento de área e volume em interdisciplinaridade com a química, através de uma atividade experimental centralizada na densidade.

A história da astronáutica contribuiu para a necessidade do conhecimento histórico da revolução industrial, para melhor compreensão das atividades humanas, as quais foram tratadas em aulas interdisciplinares com a história da evolução dos conceitos da física. O período histórico em foco nas aulas compreende desde o século XVII (na construção das primeiras locomotivas), até a atualidade com abordagem da importância das estações espaciais.

Em todas as atividades, a metodologia de ensino utilizada, foi pautada em Três Momentos Pedagógicos e na proposta histórico-cultural ou sóciointeracionista, sendo

contempladas em consequência da Teoria da dialogicidade, essência da educação como prática da liberdade.

As “problematizações”, não são resoluções de problemas, mas sim momento de despertar, de provocações, as quais são conhecidas como o Primeiro Momento Pedagógico e aconteceram por meio de hipóteses, instigadas pelo professor ou concepções alternativas, as quais surgem de manifestações dos estudantes, adornadas de um conjunto de interações segundo a proposta sóciointeracionista, ora por mediação tecnológica, ora por mediação do professor, ora por mediação entre os alunos.

Na Organização do Conhecimento, relativo ao Segundo Momento Pedagógico, se registra a interação de construção do conhecimento, envolvendo os conceitos, as relações entre conceitos, as Leis que descrevem e regem os fenômenos físicos, os gráficos de análise e as equações que são linguagens matemáticas de descrição dos fenômenos em geral.

Para execução do segundo Momento Pedagógico sugerem-se diferentes formas de fazê-lo, entre elas citam-se algumas: exposição sistematizada do conteúdo, apresentação em projetor multimídia de conhecidos selecionados, estudo dirigido com uso do livro didático, pesquisas e indagações sobre alguns pontos da disciplina de modo a direcionar a sequência didática.

A demonstração dos conhecimentos através dos lançamentos de foguetes e de aviões e análise e aperfeiçoamento de plataformas e foguetes, ocorrem por um período de dois meses. Para tanto, aproveitou-se os horários de almoço devido à liberdade dada por escolas de tempo integral, dando oportunidade para as interações e observações de acertos e erros nos lançamentos, além de estratégias de aperfeiçoamentos e criticidade. Os erros permitiram várias inserções de questionamentos sobre grandezas, conceitos e leis físicas relacionadas, permitindo inclusive instigar os estudantes à criatividade para construção de outros aparatos tecnológicos a partir dos aqui utilizados.

As atividades de astronomia, por ausência de um telescópio são desenvolvidas com o software Stellarium (planetário virtual) e ocorrem nos laboratórios de informática, de modo também que os alunos levam para casa o propósito de observação do Céu, no período da Noite, podendo comparar com o que se vê no software de estudo dos astros, inclusive com participação dos pais e amigos.

Por meio das atividades surgem os relatórios, os questionários, as avaliações, as listas de exercícios relativos aos conteúdos abordados, imagens das aulas filmadas com uso de celulares dos próprios estudantes, sendo todos materiais de investigação para análise.

Ao tratar do campo gravitacional, surgem contextos relacionados ao tema, como a interação entre corpos celestes, contribuindo para o estudo da astrofísica e também o estudo dos fenômenos terrestres como a interação homem-Terra, objetos-Terra levando a uma necessidade de explorar fenômenos que exigem referenciais, elementos matemáticos como os vetores, grandezas físicas, leis físicas, conhecimentos térmicos, ondulatórios, magnéticos, conhecimentos biológicos, químicos, históricos. Desta maneira fica o aprender, que outrora era ensinado fragmentado, agora com os conteúdos fortalecendo a teoria e tudo em contínua e viva conexão, ou seja, interligados.

Em todo o tempo de execução da pesquisa, durante a aplicação no ambiente de ensino ou fora da sala de aula, as interações/diálogos predominaram-se como metodologia de ensino, baseada na perspectiva sóciointeracionista de Vigotski (2000) e na Pedagogia Libertadora de Paulo Freire (1980). Estas foram estabelecidas por constituírem-se como ações pedagógicas ideais e de sustentabilidade nos processos de aprendizagem e de desenvolvimento dos conceitos.

Vale lembrar que os estudantes contemplados com esta fase, do processo de ensinar e aprender são os adolescentes, os quais possuem em quase sua totalidade uma estrutura de pensamento e linguagem já moldada e capaz de poder ser instigada muito além do que os sistemas de ensino tradicionais fazem.

A sequência didática foi estruturada em três Temas, sendo o primeiro associado com a tecnologia das atividades Astronáuticas (não significa que inexistem outras tecnologias exploradas); o segundo Tema apresenta interseções com o primeiro e trata de fenômenos relacionados com a Astronomia, que também se relaciona com o terceiro Tema, que foca as atividades Aeronáuticas.



Figura 2- Estrutura da Sequência Didática com respectivos temas abordados e Situações de Estudos, mostrando a não fragmentação da SD e que tudo se inter-relaciona. Autoria própria

Essa figura mostra, de modo resumido, como se estrutura a SD. Observe que há sempre setas de duplo sentido, as quais representam relações referentes à exploração dos conceitos que ocorrem tanto em um tema como em outro: força, energia, movimentos, momentos linear e angular, campo gravitacional, velocidades, vetores, corpos celestes, entre outros. Tal estratégia contribui para inserção e retomada contínua dos conceitos levando a um desenvolvimento dos conceitos e fenômenos ao longo da exploração da SD, em acordo com a concepção histórico-cultural, em que as retomadas contribuem para a aprendizagem e, consequentemente, para o desenvolvimento.

Para melhor entendimento apresentamos a seguir o modo como os temas foram desenvolvidos:

4.1 – Tema 1: Lançamentos de Foguetes

A atividade de Lançamento de Foguetes foi motivada inicialmente por meio do filme “October Sky” (O céu de Outubro) e sua posterior discussão, perdurando por três aulas de 50 minutos, sendo que por 100 minutos os alunos assistiram ao filme e 50 minutos debateram e discutiram o mesmo e construíram relatórios em pares e em tríades sobre a problemática: o que se aprendeu com o filme e qual proveito o estudante/construtor de foguetes obteve, devido às ações apresentadas no filme?

Nesta concepção, iniciou-se a SD através do Primeiro Momento Pedagógico, por meio de um filme, o qual relacionou com os assuntos abordados, conforme o relato seguinte de um dos alunos.

Este filme conta a história de um garoto que viveu na segunda metade do século XX, numa cidade americana, em que a base da economia era exploração de minas de carvão, tendo o pai grande interesse que o filho, jovem desinteressado dos conhecimentos de matemática, estivesse a trabalhar duramente nas minas (local de aquisição de problemas pulmonares e com acidentes constantes). Nesta ocasião, ano de 1957, culminou com o lançamento do primeiro satélite artificial, o Sputnik, o qual foi contemplado pelo garoto que ao deslumbrar com este satélite no espaço se dedicou artesanalmente a construir o seu foguete e testá-lo insistentemente, tal como Wernher Von Brown. Contra a vontade do pai e também da sociedade, mas apoiado pela professora o mesmo por meio de tentativas, erros e acidentes foi aperfeiçoando o seu foguete. Assim, também tomou gosto pela matemática e física. Ao utilizar exercícios de movimentos de projéteis e cálculos matemáticos e ainda realizar experimentos atingiu o objetivo de um lançamento de foguete com qualidade; atingiu altura considerável, a ponto de ser convidado para participar da Feira de Ciências a nível Nacional com direito a bolsas de estudos, se estivesse entre os melhores, o que culminou com uma esplendorosa vitória. Resumindo ao final este garoto se tornou engenheiro da NASA, até aposentar.

Esta história trouxe aos alunos intenso interesse para investir no conhecimento de foguetes e Satélites, no âmbito da escola. Este sentimento foi observado através dos relatórios que os estudantes entregaram a respeito do filme assistido e comprovado quando da realização no âmbito da escola de uma mostra de foguetes.

Em seguida, foi apresentada a proposta aos alunos para participarem de uma mostra de lançamento de foguetes no âmbito da escola. O incentivo foi a participação na Mostra Brasileira de Foguetes promovida pela Sociedade Brasileira de Astronomia e Agencia Espacial Brasileira (Barra do Pirai – RJ/ melhor grupo) e uma visita técnica ao Museu da TAM na cidade de São Carlos-SP. Os contemplados foram os dez melhores grupos de fogueteiros, num total de 40 alunos, e os cinco alunos com as melhores notas na avaliação da Olimpíada Brasileira de Astronomia.

Os foguetes funcionam mediante uma reação química de bicarbonato de sódio e vinagre (ácido acético) via energia potencial química. Resulta-se assim o produto água e dióxido de carbono. Este último é o responsável por aumentar a pressão no interior de um foguete de garrafa PET e conseqüentemente a energia cinética das partículas, a qual por meio

de ação e reação impulsiona o foguete da base de lançamento para o espaço. Isto ocorre geralmente quando o manômetro (medidor de pressão) sinaliza 100 ou mais PSI. Durante o voo observa-se um movimento de translação, oblíquo, e um de rotação (estilo parafuso). As demais características deste aparato estão apresentadas no Apêndice I desta dissertação, como um produto didático-pedagógico para quem se propor a apropriar-se desta atividade no âmbito escolar.

Após a motivação propôs-se as problematizações, apresentando dois foguetes, imagem a seguir, com modelos de bicos diferentes, cônica, ogiva ou parabolóide e questionando sobre qual modelo os alunos entendiam como mais eficiente durante o voo?

Outra problematização foi apresentando bases de lançamentos diferentes, imagem abaixo, e questionando sobre: qual o modelo de base seria o mais adequado para um lançamento de maior alcance horizontal?



Figura 3 - Bases de Lançamentos para foguetes de ângulos e modelos variados e foguetes de bicos em formas ogiva e cônico – autoria própria

Estas bases podem ser construídas previamente, mas na internet existem muitos modelos de bases que podem ser apresentadas através de um aparelho de Datashow, ou ainda utilizar destas que estão contidas neste trabalho de dissertação. Para responder a estas problematizações o professor fez as mediações a respeito do que deveria existir numa base de lançamentos e nos foguetes para serem qualificados em relação ao funcionamento e à aerodinâmica, conforme diálogo abaixo durante uma das aulas:

Observe estas plataformas de lançamentos e os foguetes e procure descobrir quais são mais eficientes, permitindo um bom alcance na horizontal? Não em altura, mas na horizontal!

(A₀₁) A plataforma melhor é a da direita, pois ela é mais firme, mais apoiada...

(P) O que pode ser melhorado na base para ter um lançamento melhor?

(A₀₁) Aumentando a pressão!

(A₂₁) Fazer a base de madeira!

(A₂₆) De ferro é melhor!

(A₁₀) Não pode ser de cano, basta por areia dentro!

(P) Posso fazer um lançamento, tendo a base uma pressão menor e o alcance ir mais longe?

(A₀₂) Posso..., vai depender da forma do foguete!

(P) Qual destes foguetes é melhor para se lançar?

(A₀₃) O bico cone, pois ele é longo!

(P) Tem menos atrito?

(A₂₂) O bico ogiva é mais curto e tem atrito é menor!

(P) Mas o ar não é mais bem perfurado pelo modelo cônico?

(A₄) Vamos lançar pra nós poder saber?

(A₁₃) Como? Não tem vinagre!

(P) Vamos pensar na influência das aletas/empenas. Qual o formato tem as empenas?

(A₅) No foguete vermelho elas são triangular!

(A₅) No foguete verde as empenas são tipo trapézio!

(A₁₂) Professor explica pra mim o nome destas peças!

(P) Isto é uma luva e esta é um redutor de 50 mm para 25 mm! Aqui tem um cano de 50 mm!

(A₁) Como funciona a base?

(A₅) Muito bicarbonato. Precisa de muito bicarbonato!

(P) Olha, o bicarbonato pode ser dissolvido em água! Depois de fixar o foguete cheio de vinagre, na base, prende o gatilho e abre o registro!

(A₁₅) Como o vinagre desce?

(A₈) Uai, é só abrir a torneirinha!

(P) O bicarbonato vem aqui? O vinagre vem aqui?

(A₁) e (A₃) Porque esse reservatório é grande?

(P) O grupo que fez esta base achou que se for muita solução de bicarbonato de sódio a pressão seria maior!

(A₉) Onde eu compro tanto bicarbonato?

(P) Pode ser comprado na cooperativa, pois sai mais barato!

(A₉) Aonde?

(P) na trinta e seis com a sete!

(A₁₀) Quanto foi o alcance deste foguete? Quanto tempo gasta para lançar?

(P) Este será um assunto a ser tratado na próxima aula. Vamos fazer assim: uma aula de cinquenta minutos para teoria e uma de 100 minutos para o projeto arquitetônico

(P) Outro detalhe os melhores grupos que conseguirem os melhores resultados farão uma viagem a um museu o qual pode ser o museu do Cata-vento em São Paulo ou o museu da TAM em São Carlos.

(A₉) E o gatilho do que é feito?

(P) O gatilho existe em vários modelos, um em que pode ser usado uma molinha de chuveiro presa por durepox e tendo as extremidades ligadas em fio que conecta numa bateria de alarme, com um interruptor para ligar. Quando liga o interruptor, a molinha se esquentando, derrete o fio de nylon que segura o foguete pressionado na base e assim o foguete é lançado.

(A₁₆) Quando vai ser os lançamentos?

(P) Tão logo o seu aparato e foguete ficar pronto, poderemos fazer os testes. Agora na próxima semana, na próxima aula vocês vão construir um projeto arquitetônico da sua base. Para isso você vai pensando, vocês vão organizando os grupos e procure já pensar como vai ser a sua plataforma/base de lançamento, como será o seu foguete, se de formato cone ou de bico com um modelo hemisférico ou paraboloide. Agora vamos chamar atenção para os foguetes produzidos pela NASA.

(A₃₈) Qual a função do foguete?

(P) Serve pra colocar o Satélite no espaço, como foi com o Sputnik.

(A₁₁) Somente pra isso que serve o foguete?

(P) Existem vários modelos de foguetes: VS (veículo de sondagem) ou VLS (veículo Lançador de Satélite). Vou ofertar pra vocês um livro distribuído pelo MEC, feito por engenheiros da AEB (Agência espacial Brasileira) chamado explorando o espaço, que conta toda a história da astronáutica e da astronomia.

(A₁₂) Pra que serve veículo de sondagem?

(P) Este foguete tem função de sondar a capacidade de lançamento de ônibus espaciais, satélites, e inclusive os engenheiros colocam substâncias para reagir que não conseguem se reagir em altas gravidades e precisam ser levadas para regiões de microgravidade, e lá elas reagem trazendo de volta uma nova substância. Não é interessante?

(A₄) O que é microgravidade?

(P) É uma região acima de 100 km de altura, em que estão satélites, estações espaciais, onde a aceleração da gravidade é de no mínimo três por cento menor do que a nossa.

Esta discussão durou, aproximadamente, 50 min e em seguida os grupos constituídos de 03 ou 04 alunos passaram a analisar as respectivas bases e foguetes, questionando, comparando e idealizando: sobre os reservatórios de propelentes, volumes e posições dos

mesmos na plataforma/base de lançamento; se a base deveria ser mais leve ou mais pesada; se há necessidade de utilizar um manômetro para medir a pressão; se a garrafa para a estrutura do foguete deve ser grande, média ou pequena.

Observa-se que o diálogo anterior tem características múltiplas, como o professor instigando os alunos em relação aos conceitos científicos, as interações para desenvolver a subjetividade, bem como as ações voltadas para levar os alunos a conhecerem o próprio ambiente/cidade em que vivem e instituições nacionais, mostrando a necessidade de participarem da organização didático-pedagógica.

O diálogo é o encontro entre os homens, mediatizados pelo mundo, para designá-lo. Se ao dizer suas palavras, ao chamar ao mundo, os homens o transformam, o diálogo impõe-se como o caminho pelo qual os homens encontram seu significado enquanto homens; o diálogo é, pois, uma necessidade existencial” (FREIRE, 1980, p.42).

Percebe-se por meio do diálogo uma ampliação da visão de mundo, não somente do outro, mas de si próprio, tendo em vista que quando se propõe ao aluno que tome decisão sobre algo implica em fazê-lo perceber que é necessário pensar, decidir e, portanto, como os estudantes são organizados em equipe/grupo os mesmos precisam se comunicar para socialmente e em comunhão fazer escolhas.

As imagens que seguem exemplificam esses momentos de interações, observações, planejamentos e elaborações.



Figura 4 - Interações de análise e escolha da melhor base e foguete - autoria própria

As interações contribuíram para questionamentos diversificados: os foguetes, a evolução tecnológica dos foguetes, as funções dos foguetes e satélites, a região de micro gravidade, entusiasmando o estudo histórico e científico destas tecnologias, no livro

“Explorando o Ensino”, destacando a História da Astronáutica e da Astronomia, incluindo a guerra fria, e a revolução industrial. O livro digitalizado é disponível no Ministério da Educação e Cultura (MEC) e aos alunos foi disponibilizado no link “Portal do Aluno”, com acesso para todos os alunos da escola.

Assim, numa aula posterior, foi discutida com os alunos a estrutura dos foguetes e das aeronaves, conforme figura abaixo. Compreende-se a estrutura de um foguete como um meio de transporte muito utilizado pelos agentes das instituições aeroespaciais. Estas utilizam os foguetes para transportar astronautas, alimentos para as estações espaciais, satélites, sondas e materiais para pesquisa no espaço sideral, além de ser constituído de ambiente pressurizado e de propelentes com características diversas (explosivos, incandescentes, e outros).

O foguete é constituído de três pontos básicos relevantes para o bom funcionamento e desenvolvimento da translação e rotação do foguete, os quais são: CP - Centro de Pressão (atuam as forças de arrasto/atrito, empuxo), CG - Centro de Gravidade (atuam a força gravitacional) e o CM - Centro de Massa (centraliza a partícula que representa o foguete).

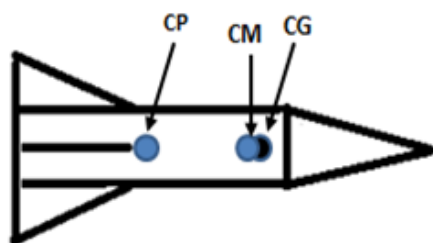


Figura 4 - Foguete de PET e seus pontos de aplicação de forças. – autoria própria

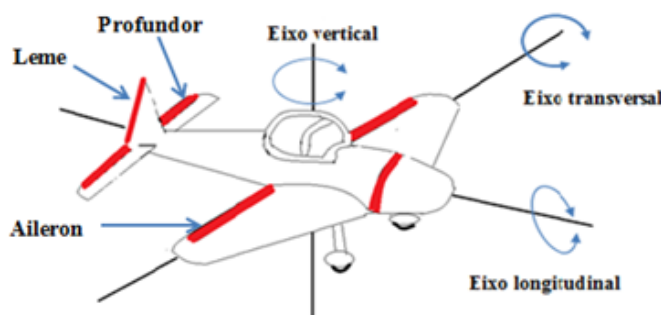


Figura 5 - Aeronave seus elementos de Torque e os eixos de rotação. – autoria própria

O Centro de Pressão compreende o ponto do foguete próximo às aletas/empenas, onde resultam o empuxo e as forças de atrito. Já o Centro de Massa localiza-se próximo ao ponto médio do corpo do foguete e ao Centro de Gravidade, ponto onde atuam a força Gravitacional resultante sobre o foguete. Este Centro de Massa geralmente é deslocado para mais próximo ao bico, fixando uma massa na parte interna (próxima à ponta do bico), o que afasta ao máximo o Centro de Massa do Centro de Pressão, permitindo assim maior estabilidade o foguete.

Por sua vez, as aeronaves, que também têm funções de transporte (de pessoas, de carga, de material bélico), de combate e de apresentações, funcionam com translação do Centro de Massa e da fuselagem como um todo e da rotação dos aerofólios. Estes sofrem torques devido às interações com o ar (força de arrasto e sustentação) e com o campo gravitacional (peso), conforme imagem anterior.

A figura anterior mostra os elementos responsáveis por rotações diversas que surgem numa aeronave durante o voo. Observe que a pressão do ar sobre os ailerons permite uma rotação/torque na direção do eixo vertical que passa pelo centro da cabine da aeronave, assim como a pressão do ar sobre o profundor leva a um torque na direção do eixo transversal.

A estrutura da aeronave contribui, portanto, para instigar nos estudantes uma investigação de grandezas como pressão dinâmica e estática, momento angular, forças gravitacionais e forças de arrasto. Chama-se atenção para a função do leme, o qual regula a estabilidade da aeronave durante momentos em que a aeronave tende a derrapar durante o voo.

Em seguida, o professor propôs uma atividade, 50 min, em que cada grupo deveria desenhar e escrever um projeto arquitetônico, os quais permitiram obter resultados conforme as imagens abaixo representadas.

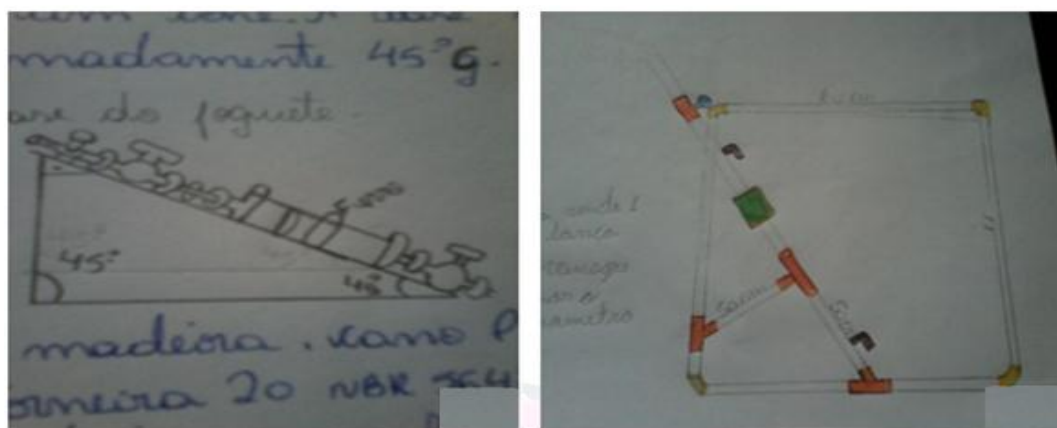


Figura 6 - Projetos arquitetônicos dos alunos relativos a base de lançamentos para foguetes

No entanto, sabe-se que a faixa etária dos alunos e o seu desenvolvimento real (nível do que ele sabe fazer sozinho) é insuficiente para um projeto com perfeição. Fez-se uma discussão sobre o projeto apresentado, corrigindo os erros de dimensões, de inclinação, de estética e funcionalidade, como os que podem ser vistos abaixo na imagem do foguete em que ele vê o CM na região das empenas/aletas, isto devido a ele ainda desconhecer que era preciso

de uma concentração de massa maior o mais próximo possível da ponta do nariz/bico do foguete.

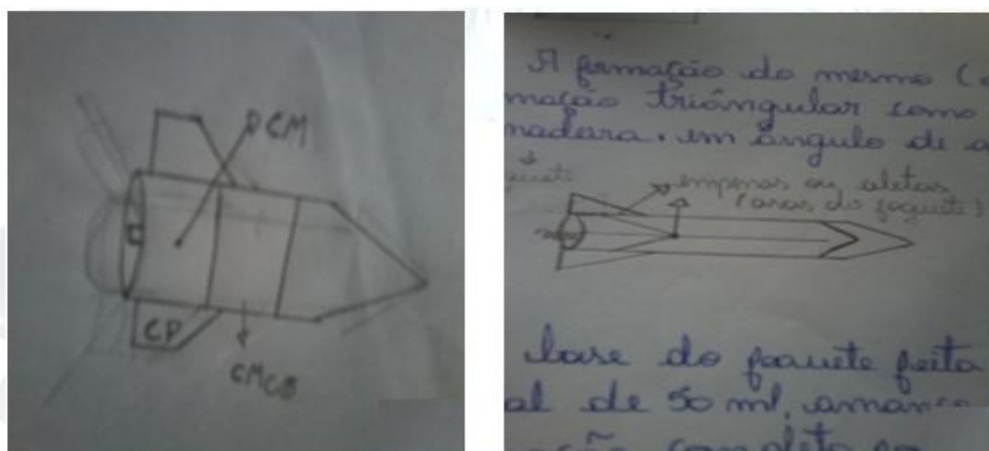


Figura 7 - Projetos Arquitetônicos dos foguetes desenhados por alunos do primeiro ano do ensino médio

Estes pontos CG, CP e CM são estratégicos na aerodinâmica, determinando estabilidade durante o voo e por meio dos quais se pontuou os conceitos da Situação de Estudo: Campo Gravitacional, Pressão, Força (no foguete) e a aeronave mostrando que dependendo do equilíbrio dinâmico dado pelas forças poderá haver um movimento retilíneo uniforme e uma conservação do momento angular (torque) levando a uma rotação segura.

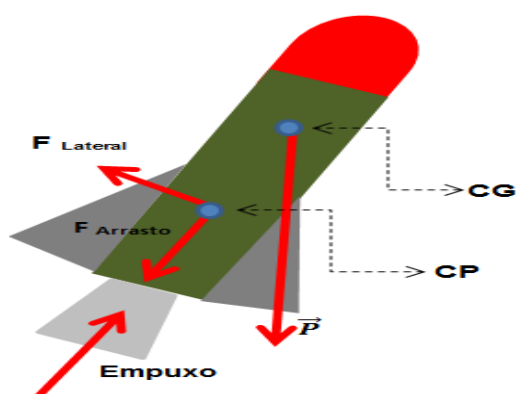


Figura 8 - Forças que atuam sobre o foguete e norteiam a estruturação da SD.
Autoria própria

Sendo assim, o Centro de Pressão nos levou ao conceito de Pressão que precisou do entendimento de Densidade, Volume, Área e desdobrou-se aos diferentes tipos de pressão: pressão hidrostática/pressão da atmosfera, pressão termodinâmica as quais carregam suas relações com a altura e volume e com os efeitos da mesma.

Chama-se atenção para as grandezas aqui citadas às quais foram exploradas nas aulas de química, física e matemática, num intento de estimular a interdisciplinaridade entre os professores das respectivas disciplinas. Também poderia envolver aulas de biologia e ou geografia. Como as grandezas são dimensionadas em unidades de medidas, do Sistema Internacional de Unidades ou outro, logo se relacionou os conceitos de densidade, volume, área, aos sistemas de unidades de medidas, buscando reduzir a heterogeneidade do pensar matemático dos alunos.

Durante os processos de aprendizagens, que ocorreram ao longo de todo o ano letivo, procurou-se fazer uma enculturação quanto ao dimensionar e pensar as operações básicas da matemática. Isto é uma ação reflexiva que a escola já adota há alguns anos, pois os mesmos eram recém-chegados na escola e vieram de culturas escolares diversificadas, portando dificuldades diversas.

Assim também, o CG do foguete relaciona-se com o ponto do aparato em que a força gravitacional (peso) se aplica. Nesta abordagem os estudantes queriam aprender /entender sobre o conceito abstrato de campo, principalmente relacionando aos diferentes campos abordados na física: campo gravitacional, campo magnético, campo elétrico. Relacionado ao conceito campo gravitacional estão leis da gravitação de Kepler e de Newton e as interações entre corpos celestes e os efeitos destas interações, instigando assim a compreender melhor os fenômenos explorados na astronomia e cosmologia.

Para tanto, estendeu à aprendizagem de Esfera Celeste, fenômenos como equinócio, solstício, órbitas dos planetas, órbita do Sol, aproximação e afastamento de corpos celestes, fases da lua e inclusive sobre os foguetes e satélites, as atividades aeroespaciais nacionais e internacionais, a história da astronomia e da astronáutica, o tempo, as distâncias astronômicas e as observações aparentes.

Quando se explora o CM, se mostra a diferença entre analisar o movimento de um corpo extenso e de um ponto material (partícula), evidenciando a descrição de movimentos diversos mediante efeito das forças que sobre os corpos atuam e as leis que as regem. Cabendo assim chamar atenção para o fenômeno do equilíbrio de translação, de rotação e os efeitos do torque. Estes conceitos se faz presente tanto nos foguetes como nas aeronaves, conforme figuras mostradas anteriormente. Chama se atenção que no caso das aeronaves recorreu a um giroscópio (roda de bicicleta com rolamento que minimiza o atrito) para

discutir a momento angular e durante todo o tempo os movimentos eram analisados incluindo as leis de Newton.

Ao empreender o uso das forças, interações entre corpos, a compreensão das grandezas vetoriais e sua diferenciação com as escalares se tornam necessária, como também as operações vetoriais e suas representações, tanto na análise de movimentos com foguetes como com as aeronaves. Assim ocorre a abordagem da sequência didática com o uso de foguetes e aeronaves, que para melhor entendimento tem se a tabela abaixo de como a SD foi desenvolvida.

As aulas teóricas eram paralelas às aulas de conhecimentos de construção de bases e foguetes, sendo 100 minutos para esta atividade e 50 minutos semanais para investigação das grandezas e conceitos relacionados com o funcionamento dos foguetes e bases de lançamentos. Deve-se lembrar de que entre o reconhecimento de foguetes e aviões, projeto arquitetônico, construção se apropriou de um total de 10 aulas de 50 minutos e, portanto, predominou o ensino-aprendizagem dos conteúdos da física, que perpetuou até o final do ano letivo.

De modo que após a construção dos projetos arquitetônicos iniciaram as interações de construções, conforme imagens abaixo. Após fazerem as correções com a ajuda do professor/mediador, os alunos se preparam para tornar o projeto arquitetônico uma realidade. Isto se dá providenciando os materiais, como canos PVC, joelho, registros/válvulas, manômetros, colas, lixas, arco e lâmina de serrar, arame para brincos, garrafas, PVC, papelão, fita isolante, esparadrapo, vinagre, bicarbonato de sódio, funil.

Com todo o material providenciado pelo grupo² ou ofertado pela escola, iniciam-se aula(s) de construção dos aparatos (figura 9), sendo no mínimo 100 minutos para aula específica de produção das bases de lançamento e outras para os foguetes. Esta aula representa o Segundo Momento Pedagógico, o da estruturação dos aparatos.

A aula de construção da base, o Segundo Momento Pedagógico numa concepção experimental, inicia-se com os grupos separados em mesas adequadas de modo que o grupo

². Em relação aos materiais, os próprios alunos, organizados em grupos, assumem o custo e para redução do mesmo, centralizam a compra em uma só pessoa (professor). Também se deve lembrar que, se não for atingido o montante necessário o professor ou a escola completa o valor. Assim, não há penalidade ou exagero de consumo por parte dos alunos ou do professor ou da escola.

possa estar unido. Neste momento o professor mediador fornece/distribui para cada grupo o material conforme o projeto arquitetônico criado e discutido em aula anterior.



Figura 9 - Estudantes em aula de construção de bases de lançamentos para foguetes PET

Estes processos de construção dos aparatos experimentais (figura 9), potencializam as habilidades e competências dos estudantes, com as interações e diálogos que marcam esta fase do ensino com atividades de lançamentos de foguetes, conforme se pode ver nas imagens abaixo.

Com os aparatos das bases de lançamentos de foguetes e foguetes já construídos resta agora a realização do Terceiro Momento Pedagógico, que acontece com os lançamentos dos projéteis. Este Momento pode ser uma fase longa, com uma série de testes de lançamentos que, às vezes, não são bem sucedidos, devido à existência de vazamentos nos aparelhos, por falta de vedação adequada, pelo fato do gatilho não acionar ou outros contratemplos. Mas sabe-se que todo experimento tem seus resultados, os quais podem ser negativos ou positivos - que de tão boa qualidade surpreende a todos. Assim tanto uns quanto os outros trazem oportunidades de se avaliar/discutir conceitos e fenômenos físicos, químicos, biológicos e matemática.

Abaixo, figura 10, as imagens retratam os momentos de testes, não correspondendo ainda a um lançamento oficial, apenas sendo experimentação investigativa para acertar melhoramentos de aerodinâmica de foguetes ou de bases de lançamentos.



Figura 10 - Alunos em fase de testes experimentais com observações dos fenômenos físicos e químicos

Durante os testes o professor procurou desenvolver nos alunos o senso da observação e da análise clínica dos fenômenos da física como na leitura da pressão no manômetro, a observação da reação química, chamando atenção para a colisão entre as partículas aumentando pressão, energia cinética das partículas, quando da ejeção do foguete da base procura evidenciar a Lei da ação de reação de Isaac Newton, a observação da translação do foguete a qual traz informações sobre o equilíbrio de translação e rotação, sobre o torque sofrido pelas aletas devido às forças de arrasto/atrito gerando movimento de rotação, as transformações de energias que ocorrem, o distanciamento do Centro de Pressão - CP em relação ao Centro de Gravidade – CG.

Portanto, em resumo temos: o Primeiro Momento Pedagógico Experimental, o da problematização que pode ser caracterizado pela busca de resposta para os melhores foguetes e melhores atuações de bases de lançamentos e finalizando com a construção do projeto arquitetônico. Neste, as interações e diálogos são bastante evidenciadas. Já nesta fase há o surgimento da autoria, da defesa do projeto/liderança, da omissão, da ação, dos questionamentos e das respostas.

No Segundo Momento Pedagógico Experimental as habilidades e competências surgem e se fortalecem, pois necessita surgir às tomadas de decisões, a atenção, a coragem, a percepção, a imaginação, o pensamento.

A fase da construção, ou do Segundo Momento Pedagógico Experimental precisa de alguns conhecimentos práticos, como: todas as regiões dos canos em que se passam adesivo plástico/cola precisam ser lixadas; antes de passar o adesivo plástico o tubo não se liga ao conector facilmente, mas ao passar o adesivo fica fácil encaixar um tubo no outro; o ponto de encaixar o foguete na base precisa de uma borracha de vedação e esta deve ser posicionada 01 cm acima de onde fica a base da garrafa e o mesmo pode ser fixado por esparadrapo ou fita isolante ou até mesmo veda rosca.

Simultaneamente às ações práticas ocorre a exploração teórica sobre a estrutura dos foguetes, procurando compreender conceitos de física (pressão, empuxo, campo gravitacional, força gravitacional), Satélites (corrida espacial, foguetes VLS e VS), astronáutica, astronomia, movimentos, rotação, torque/momento angular, massa, equilíbrio, Leis de Newton e relações entre grandezas físicas e químicas, inclusive relações matemáticas de proporcionalidades, descrição de movimentos mediante uso de funções matemáticas.

Em acordo com o professor de Química, o qual também participa do mesmo programa de pós-graduação, foi trabalhado o conceito de massa, em que o professor utilizou de experimentos de laboratórios para executar a exploração do conceito de massa e a relação com a densidade, logo depois o Campo Gravitacional que proporcionou a inserção dos conceitos e relações através dos conhecimentos de Gravitação Universal.

A seguir são descritas algumas situações específicas envolvendo conceitos considerados relevantes nas Situações de Estudo:

4.1.1 – Campo Gravitacional

Para analisar o conceito “Campo Gravitacional” o professor pesquisador (P) se beneficiou da experiência de ação pedagógica desenvolvida ao longo dos anos de profissão. Por herança do curso Superior de Licenciatura em Física e, também, do condicionamento dos livros didáticos, o procedimento do ensinar era o mesmo dos demais profissionais. Isto é, partem do modelo mecânico de campo gravitacional para descrever, de forma transmissiva o modelo de campo elétrico. Outros professores apenas definem campo elétrico como sendo uma deformação do espaço, sem ao menos citar ao aluno o que é o espaço e, em seguida o define matematicamente como sendo *uma força que atua sobre uma carga elétrica de prova* ($E = F/Q$) e, auxiliado pela Lei de Coulomb da força eletrostática, se chega à expressão:

$$E = (1/4\pi.\epsilon_0).Q /d^2$$

E = campo elétrico.

ϵ_0 = permissividade elétrica do meio.

Q = Quantidade de carga elétrica. d = distância entre carga e um ponto do espaço.

Para completar representam as linhas de força de campo elétrico conforme casos específicos, sem relacionar com deformação do espaço.

Assim o professor tem a concepção que o aluno entendeu a explanação do conceito de campo elétrico e já está apto para entender as superfícies equipotenciais, que geralmente se faz com caráter bidimensional e matematicamente, também sem contextualização adequada.

O objetivo desta proposta didática é realizar uma prática sociointeracionista sobre o abstrato campo e construir um molde contextualizado visando à internalização dos conceitos envolvidos, de modo significativo e globalizado. Logo, constituiu uma ação pedagógica que pode ser realizada em qualquer série do ensino médio.

Devido a esta prática apresenta-se a modificação a seguir a qual melhorou o interesse e a compreensão dos alunos pelo conceito de campo gravitacional, campo elétrico e campo magnético, tendo em vista que os três campos são explorados numa Situação de Estudo (SE), conforme sugere Auth (2002).

São levantados vários questionamentos aos alunos, assim:

(P) Como a Terra sabe que a manga está madura, lá no alto e pode ser “puxada” por ela?

(P) Como o ímã sabe que tem um prego, que é de ferro e pode ser “puxado” por ele?

(P) A Terra atrai a Lua e a Lua atrai a Terra? Por quê?

(P) Como pode um próton colidir com outro próton, sem tocá-lo?

Para as problematizações serem solucionadas, surgem inúmeras respostas dos alunos, como as seguintes:

(A₃) A Terra exerce gravidade!

(A₈) Por que o ímã tem uma carga positiva e o prego com outra carga!

(A₁₁) A Terra é um grande ímã e todo planeta é um ímã!

(A₃) Quanto maior a massa, maior a velocidade (de queda de um corpo)!

O professor mediador chamou atenção dos alunos para observarem suas respostas e procurou saber se os mesmos estavam convictos das afirmativas/respostas que construíram.

Lembrando que entre uma resposta e outra surgiram:

(A₂₂) o planeta Terra é um grande ímã e, portanto, são também todos os planetas ímãs?

A resposta apareceu na fala de um dos alunos novamente dizendo:

(A₁₃) realmente todos os planetas são ímãs!

Com este diálogo ficou o interesse/motivação, das respostas e das interações: aluno-aluno, professor-aluno. Posteriormente, a sala de aula se descaracterizou pela movimentação de alunos a fim de solucionar as problematizações, numa expectativa do que seria um pano, de dois por três metros, retirado da mochila do professor com a simultaneidade de quatro alunos terem sido convidados para segurarem os vértices do pano, esticando o bem.

Escolheu-se um relator entre os alunos causando a socialização, o senso de responsabilidade, de utilidade, de participante da SE. Depois, uma mediação foi feita:

(P) Como está o pano: vertical, horizontal, curvo ou plano?

Respondem os alunos:

(A₀₆) Plano!

(A₀₉) Horizontal e plano!

Relatando a descrição, sugeriu-se posicionar um objeto de uma massa considerada, como uma mochila, um caderno, um livro, capaz de deformar o pano.

A seguir houve nova intervenção do professor:

(P) O que você vê?

O aluno descreveu:

(A₅) O pano deformou, amassou!

Novamente o relator anotou.

(P) Agora tome uma bolinha, uma laranja, um limão ou uma esfera, e abandone-a em um ponto do pano, sem retirar a mochila ou o livro ou o caderno, conforme for o caso.

Faça o relato do que se observou:

(P) A bolinha rolou, acelerou, retardou ou desceu em movimento uniforme?

Geralmente, diferentes respostas são dadas e uma nova mediação foi feita:

(P) A bolinha, no abandono estava parada ou em movimento?

Lembrou-se ao aluno que na queda livre o termo abandono implica velocidade nula. E que o peso puxa a manga/laranja do pé. Logo se percebeu que o movimento foi acelerado pelo efeito da força e, então o relator descreveu que houve uma aceleração.

(P) Então uma força foi aplicada na bolinha pra mudar a velocidade a partir do repouso?

O que se concluiu:

(A₇) Foi a mochila, o caderno, o livro que acelerou a bolinha?

Lembraram-se neste momento da segunda Lei de Newton da mecânica.

(P) Não, foi uma força que acelerou a bolinha?

(A₁₅) Foi o pano que estava deformado!

(P) Foi o espaço né! Frisou-se a observação.

(A₃) Então não foi o caderno?

E os alunos logo perceberam que um campo constituía a deformação do espaço e que não era a mochila que atraía a bolinha, nem a Terra que puxava a Lua, nem o ímã que atraía o prego, mas sim o espaço de Faraday que atuava sobre os corpos produzindo a aceleração.

Ao final da aula foram feitos ajustes na teoria contextualizando matematicamente a ação pedagógica. Explorou-se assim as proporções diretas e indiretas, explorando as curvas do gráfico que se fez posteriormente numa relação de força elétrica com campo elétrico, campo elétrico com distância, campo magnético com distância, campo gravitacional com distância, campo gravitacional com massa, a água dissolvendo o sal por enfraquecer o campo elétrico e outras relações que surpreendentemente surgiram da relação sociointeracionista. Isto é uma estratégia no Segundo Momento Pedagógico, o da sistematização do conteúdo.

Finalizou-se concluindo que a intensidade do campo gravitacional, na Terra de $9,8\text{m/s}^2$, representava o quanto o espaço está deformado; que na Lua a intensidade do campo gravitacional de aproximadamente $1,6\text{m/s}^2$ pelo fato da massa da Lua ser menor e da intensidade da deformação ser menor; A Lua está em constante queda sobre a Terra sem encontrá-la, se devia ao fato de a Terra apresentar vários movimentos e estes modificarem a forma da deformação do espaço; Que quando o meio é a água o campo elétrico tem menor intensidade do que quando a carga de um sódio positivo ou de um cloro negativo está imersa no espaço ar.

Todas as respostas dadas pelos alunos ao final da SE foram refeitas e os alunos verificaram que as respostas deveriam ser aprimoradas ou reformuladas diante da desconexão da concepção advinda do cotidiano dos alunos.

Esta atividade de ensino-aprendizagem do conceito de campo se mostrou melhor do que a prática pedagógica adotada pela maioria dos professores, pelo fato de fazer o aluno tomar ciência que os campos gravitacionais, elétricos e magnéticos são todos de mesma natureza (deformação do espaço) e diferente dos alunos que não tiveram a oportunidade de serem submetidos a uma SE, contextualizada e interdisciplinar.

A prática pedagógica permitiu também relacionar a intensidade dos campos com a intensidade da deformação do espaço e analisar os sinais positivos e negativos dos vetores campos como sentidos de deformações do espaço.

Da lei física matematizada o aluno observou o valor das relações de proporcionalidade direta e inversa com as intensidades das deformações dos campos.

Na eletricidade observou que ímãs são materiais ferromagnéticos que não estão carregados eletricamente e os alunos passaram a não confundir atração elétrica com atração magnética.

Na Química percebeu que um cátion ou ânion ou elétron ou próton geram o campo assim como um ímã ou massas e que o caráter solvente da água se deve a polaridade da água na influência de deformação do espaço, no enfraquecimento do campo elétrico.

Na astronomia, verificou-se que apesar da Terra ser um grande ímã não significa que todos os planetas são ímãs, pois estão em função da composição química dos mesmos.

Na mecânica a deformação do espaço provoca aceleração de corpos e permite o estudante considerar o peso como força gravitacional e que a lua está no domínio do campo gravitacional da Terra e não no domínio da própria Terra.

O espaço pode ser materializado ao invés de um pano, pela superfície da água, por uma rede esticada e os materiais que deformam o espaço podem ser diversos, deste que permitam relacionar massa e deformação do espaço.

Uma vídeo-aula da própria aula serve como material didático de exercício sistêmico de fixação dos conceitos na própria turma em que a prática pedagógica foi desenvolvida.

Este trabalho funciona como sugestão para que outros conceitos de difícil compreensão possam ser contextualizados em torno de uma SE, em caráter interdisciplinar com materiais alternativos não necessitando gastos para explorar os conhecimentos.

Depois que se desenvolveu o tema Esfera Celeste, dois meses depois, foi distribuído às salas de aula em grupo de dois alunos, para que os mesmos fizessem um relatório do que sabiam a respeito de Campo Gravitacional (uma retomada do conteúdo), em seguida cada dois alunos se reuniram com outros dois e nova síntese do conceito foi instituída. Depois os alunos foram redistribuídos, um representante de cada grupo em outro grupo de seis alunos e elaboraram uma síntese final. Assim um dos alunos do grupo, escolhido pelo professor, entre os mais tímidos mesclados com uns poucos extrovertidos (sem que os mesmos pudessem perceber), foi separado para apresentar diante dos estudantes a referida síntese.

4.1.2 – Pressão

O conceito pressão, relacionado ao Centro de Pressão de um foguete, foi explorado a partir de uma prática. Nesta foi usada uma cuba d'água, vários blocos de madeira, de espécies diferentes, de 4 cm de arestas, sendo uns mais densos e outros menos densos. Foram apresentados aos alunos com as seguintes problematizações:

(P) Olhe para esta água e me fale: existem buracos neste corpo de água?

(A₁₂) Não tem buraco não uai!

(A₇) Claro que não! Professor que pergunta hem?

Outra indagação:

(P) E quanto a estes blocos de madeira existem buracos nestes blocos?

(A₃) Claro que não!

(P) Como então ao mergulhar o bloco na água ele molha?

(A₂₂) Então tem buraco porque a água entra na madeira!

(P) A pressão exercida sobre um foguete no ar é semelhante à pressão exercida sobre o bloco pela água?

(P) Onde se gasta mais gás para ferver a água: em Santos-SP ou em La Paz na Bolívia.

(P) Porque os jogadores tem mais dificuldade para jogar na Bolívia?

(A₁₄) Porque o ar é rarefeito!

(P) Porque o astronauta não pode tirar a roupa ao estar na lua?

(A₂₁) Porque na lua não tem ar!

Em seguida, foi questionado a respeito de madeira afundar ou não na água.

(A₁₂) madeira boia na água!

(A₀₅) Não, a madeira afunda na água!

(P) Como o marinheiro faz para o submarino descer em águas profundas?

Então, em seguida foi colocado um dos blocos na água e o bloco flutuou na água. Isto trouxe um alvoroço, pois quem disse que boiava se sentiu sábio para aquela pergunta. Então foi o momento de abandonar outro bloco na água e viram que o outro bloco de madeira, ao invés de flutuar, afundou. Manifestou outro alarido. Esta reação de emoção de fazer

alguma coisa com alegria as reações emocionais de alegria não significam nada senão que vamos continuar tentando fazer a mesma coisa. Se fazemos algo com repulsa isso significa que no futuro procuraremos por todos os meios interromper essas ocupações. Por outras palavras, o novo momento que as emoções inserem no

comportamento consiste inteiramente na regulação das reações pelo organismo. (VIGOTSKI, 2001, p. 139).

Durante o diálogo, muitas perguntas ficam sem respostas imediatas, o que leva a uma busca, a qual se faz com outras perguntas, de modo que o professor explora o pensamento do aluno levando-o a tirar conclusões por si mesmo sobre as dúvidas que possui.

Na objetivação transparece, pois, a responsabilidade histórica do sujeito: ao reproduzi-la criticamente, o homem se reconhece como sujeito que elabora o mundo; nele, no mundo, efetua-se a necessária mediação do auto-reconhecimento que o personaliza e o conscientiza como autor responsável de sua própria história. O mundo conscientiza-se como projeto humano: o homem faz-se livre. O que pareceria ser apenas visão é, efetivamente, “provocação”; o espetáculo, em verdade, é compromisso. (FREIRE, 1987, p.09)

Retomou-se assim a aula da densidade desenvolvida pelo professor de Química, a partir dos blocos, um de aroeira e outro de cerejeira.

Em seguida, foi executado o Segundo Momento Pedagógico, com apresentação dos conceitos de Densidade e Pressão e estendeu-se para Pressão Hidrostática, Pressão Atmosférica, Pressão dos Gases e Empuxo, dado que os foguetes são submetidos a um empuxo que atua exatamente sobre o Centro de Pressão.

No Terceiro Momento Pedagógico foi realizada uma série de questões, sempre contextualizando com foguetes, conforme questões abaixo:

- 1 - Uma garrafa com um furo no fundo, cheio d'água não vaza quando tampada, mas quando se abre vaza. Por quê?
- 2 - Se a mesma garrafa for elevada a pontos mais altos na atmosfera, destampada, a velocidade de pingos d'água saindo da garrafa aumenta ou diminui? Justifique.
- 3 - Veículos Lançadores de Satélites (VLS), somente lançam os mesmos após atingirem 27000 km/h a 300 km de altura, região de microgravidade e quando estiverem paralelos com a Terra. Neste caso, a tubeira de saída de gás se move, inclinando para colocá-lo na posição de paralelismo para abandono do Satélite. Neste instante, longe do ar atmosférico a pressão de ejeção dos gases é a mesma que quando na presença de ar? A velocidade se modifica na mesma intensidade, tanto para regiões com ar e sem ar?
- 4- Como se faz para um submarino subir até a superfície, estando no fundo?

4.2 – Tema 2: Esfera Celeste

Uma vez que no Tema 1 foi explorado o conhecimento de campo gravitacional, as leis de Kepler e as órbitas dos satélites surgiram o interesse pela astronomia, de modo a surgir interesse dos participantes para observação estelar. Esta não pode ser realizada plenamente devido ao telescópio ser de baixa resolução e as noites com atmosferas inadequadas. Diante disso, não se compreendeu bem o posicionamento das constelações, bem com do “nascer e oco” dos astros que se destacam durante o dia e também à noite.



Figura 11 - Imagem de relatório enviada por e-mail e advinda da exploração do Stellarium

Sendo assim, recorreu-se aos recursos didáticos advindos do aplicativo Stellarium (planetário virtual), cujo tutorial se encontra no Apêndice II dessa dissertação, e também de material didático do site do Observatório Nacional, por meio do curso que foi desenvolvido a distância com o professor pesquisador. Isto contribuiu com a estruturação de uma SE sobre a Esfera Celeste, em que os itens explorados foram: as camadas da atmosfera, os planetas e satélites, cinturão de asteroides, via láctea, aglomerados de galáxias, nebulosas, as grandezas de dimensionamento astronômico, os elementos de referência identificadores dos astros (ascensão reta e inclinação), as influências do posicionamento dos astros ao longo do ano, o equador Celeste e os polos Celestes, a eclíptica e as órbitas do Sol e da Lua, as características dos astros observados, as culturas de observações dos astros.

A atividade foi programada depois dos alunos responderem um questionário verbal com as seguintes questões:

1. Quem já assistiu alguma aula de física usando a tecnologia computacional?

- *Ninguém havia assistido.*

2. Você acha necessário o uso de tecnologia para se aprender física?

- 33 responderam que sim, 02 não responderam e 03 disseram que não.

3. Vocês gostariam de utilizar a tecnologia para o ensino de física?

- 35 aceitaram utilizar a tecnologia e 03 não se interessaram.

4. Existe alguém que não se interessa por uma aula de física com o uso da tecnologia computacional?

- 02 apenas responderam que não se interessaram.

5. Porque não se interessam pelo uso da Tecnologia computacional no ensino?

- Ninguém respondeu a esta argumentação.

As respostas levaram à informação de que os que não se interessavam, relacionava a alunos que não tinham acesso/intimidade com a tecnologia computacional. Também contribuiu para gerar interesse pela atividade que foi proposta a seguir.

Após a aplicação do questionário foi planejada uma atividade de “problematização” sobre como funciona o Stellarium. Nesta, os alunos foram posicionados dois em cada máquina e os mesmos utilizaram o Stellarium. Na referida aula com o artifício do print-screen e paint registraram imagens de diferentes momentos da aula e fizeram observações, enviando imediatamente ao e-mail do professor.

Levando em conta, também, as problematizações, foi “sistematizado o aprendizado” sobre o tema Esfera Celeste com identificação de equador celeste, polos celestes, zênite e nadir, meridiano, eclíptica, equinócios (ponto vernal) e solstício (ponto de libra), ascensão reta, declinação, anos-luz e unidades astronômicas, planetas, estrelas, constelações e satélites.

Nesta atividade didático-pedagógica, foram apresentados dois relatórios, o primeiro decorrente do primeiro momento pedagógico e o segundo devido ao terceiro momento pedagógico.

Ambos os relatórios apresentados partiram do mesmo procedimento, ou seja, ao interagir com o software Stellarium os estudantes observavam o espaço sideral, identificavam constelações, estrelas, planetas, satélites, trajetórias de satélites, do Sol, da Lua, dos planetas, dimensões, distâncias, tempo, localização e conversavam entre si e digitalizavam imagens do Céu.

Essa relação entre o primeiro momento pedagógico e a sistematização realizada (segundo momento) foi marcada, além da descoberta em profundidade do Universo, também do modo como se utilizava do software. Com a independência quanto ao uso do computador e, em especial, do software, os estudantes foram orientados a dar informações das descobertas e também dos comandos de uso do Stellarium. Trechos de alguns destes relatórios estão apresentados abaixo, visando demonstrar a compreensão e identificação de comportamento dos estudantes, diante de uma aula de astronomia com o uso da tecnologia.

Por exemplo, este do aluno A₀₁:

No dia 23 de junho, o professor nos levou até o laboratório de informática para acessarmos o Stellarium, um programa de simulação do espaço. Com o Stellarium reconhecemos algumas constelações, observamos planetas e astros, e vemos seus dados, como: distância da Terra, a magnitude e a magnitude absoluta, entre outros. De uma forma mais específica observamos coisas como; - As 3 Marias, 3 estrelas que possuem um “mesmo rumo”; - várias e incríveis nebulosas; - localizamos a Hn Estrela Polar, que só pode ser vista no Hemisfério Norte da Terra e que “tudo girava ao seu redor”; - Observamos incríveis constelações que usando a imaginação e a tecnologia podem ser vistas como desenhos, formados através da ligação de certas estrelas;- Acessamos imagens do céu/do espaço, de qualquer região do planeta e em qualquer data, vimos a do dia do nosso nascimento, foi muito interessante. Assim íamos tirando print à medida que achávamos imagens e dados interessantes. Uma das experiências mais legais foi quando olhamos como estava o céu no dia e momento exato do nosso nascimento.

Veja que, no texto deste relatório, foram preservados os dizeres, as pronúncias e os termos que mostram conceitos, dimensões e comparações; dados que mostram a presença de uma interação, além de limitações no uso da tecnologia e que somente após várias atividades é que se desenvolverá a habilidade do uso das ferramentas ofertadas pelo editor de texto. Vale lembrar que alguns dos alunos mostraram que, apesar de possuir o computador em casa, não sabiam ainda como selecionar e manipular uma imagem, e somente por meio desta atividade é que houve capacitação para a referida ação.

Por meio desta atividade foi possível verificar a existência de nomenclaturas diferentes para os nomes das constelações, dependendo da cultura que se optar, como o trecho abaixo que não faz parte da cultura ocidental, informada pelo aluno A₀₂:

Eu nasci no dia 21 de julho de 1998 e as constelações em tupi guarani que são poucas eram o Vespeiro (eixu) e Anta do Norte (tapi'i).

Estes elementos são da cultura tupi guarani e são poucas as identificações de constelações nesta cultura. Outras culturas mostraram constelações como a da popular Três Marias, constelação de Órion com o nome de Sah (cultura Egípcia) e também algumas constelações que marcaram a atividade pedagógica do primeiro momento.

Como esta dissertação não permite que todos os relatórios emitidos pelos alunos sejam expostos, pode se chamar atenção ainda para mais algumas expressões dos alunos:

*(A₃) Eu,... nasci dia 06/12/1998 as 01h20min:40 horas. No céu de São Simão-GO havia varias constelações algumas delas era;
No Leste: Hidra fêmea, sexta, câncer, sextante.*

No Oeste: Júpiter, peixe austral, escultor, peixes, grau.

No Sul: Ave do paraíso, mosca, cruzeiro do sul, camaleão, pavão, octante, índio, triangulo austral.

No Norte: Perseu, cocheiro, Andrômeda, triangulo, Áries, touro, gêmeos.

Ao meio do céu havia cinzel, fênix, popa, unicórnio, baleia, maquina pneumática, relógio, meseta, tucano, cão maior, quilha, velame, peixe voador, bússola, órion, lebre, pomba, pintor, dourado, hidra macho.

Seguem expressões de outro relatório:

(A₄) Eu,... Nasci no dia 01/09/1998 as 10:00:00 horas. No céu de Ituiutaba-MG havia até um tanto considerável de constelações, algumas delas são;

No Leste: Corvo, taça.

No Sul: Octante, ave do paraíso, triangulo austral, compasso.

No Oeste: Touro, fornalha, fênix.

No Norte: Lince, leão, cocheiro, gêmeos.

Ao meio do céu havia lebre, câncer, unicórnio, órion, cão maior, popa, bússola, centauro, cinzel, relógio, hidra macho, peixe voador, camaleão, mosca, cruzeiro do sul.

Um marco de interação que caracterizou a etapa da problematização e que contribuiu para perceber o desconhecimento de quais eram os planetas do sistema solar e a diferença entre planetas e estrelas e que intensificou o interesse pelo assunto foi descrito pela aluna:

(A₅)Antares é um planeta do sistema Solar? O brilho de antares é igual ao brilho do Sol?

A mediação foi proporcionada pelo professor com outra pergunta:

(P) a magnitude do Sol é a mesma de Antares?

(A₆) Então vai precisar de outras aulas para esclarecer muitas coisas a respeito do Universo!

A seguir constam mais alguns trechos de relatórios que são considerados relevantes, devido a interpretar o interesse e o deslumbrar da atividade em análise, principalmente alguns detalhes, como o fato de ir ao laboratório, longe da sala de aula tradicional. No âmago da tecnologia que circunda o homem a todo o tempo e que contribui para o seu desenvolvimento, na concepção sociocultural, foi o aprender pela interação com o outro (o colega) e com a ferramenta, conhecendo o próprio Universo. Esta permite poder acelerar o tempo e também retardar de modo a poder contemplar o passado e a ver o futuro do espaço Sideral ao adiantar o relógio, o compreender de referências e no ato de relatar poder construir conceitos e relacioná-lo, como este em epígrafe do aluno A₇.

No dia 23/06, segunda-feira, fomos ao laboratório de informática utilizar pela primeira vez o aplicativo de astronomia chamado Stellarium. Sentamos em duplas e o trabalho rendeu mais do que o esperado. Primeiras dicas de como começar mexendo foram dadas pelo professor e depois fomos descobrindo o resto sozinho.

Ao entrar notamos a presença de duas barras de ferramentas, uma a esquerda e outra na parte inferior da tela, ambas com diferentes funções. O Stellarium simula o céu diurno e noturno, os planetas, estrelas, luas, eclipses e etc., tudo em tempo real, é possível ajustar a data e a hora e alterar a localização que você tem em mente. As constelações são representadas por suas linhas, seus nomes e as imagens que tais formam. Procuramos pelas constelações nas nossas datas de nascimento e listamos algumas: Peixe Austral, Capricórnio, Índio, Sagitário, Altar, Pavão, Tucano, Aquário, Cefreu, Áries entre outras.

Pesquisamos por objetos específicos, cuja posição no céu não conhecia. Uma vez encontrado o objeto, foi possível visualizá-lo com mais detalhes aplicando o zoom, no canto superior esquerdo, várias informações são fornecidas para melhor compreensão.

Tivemos dificuldades para entender o significado de alguns itens como as grelhas equatoriais e azimutais. Aprendemos que as distâncias entre os astros são gigantescas então, para se medir distâncias realmente grandes, se substitui o quilômetro pela unidade chamada ano luz. Exemplo disto é a estrela Sirius, a mais brilhante do céu noturno, que está a oito anos luz de distância da Terra, mas na verdade o que vemos é a estrela há oito anos atrás.

Ao tentar localizar a estrela Polaris descobrimos que ela está praticamente na declinação 90° norte e por isso só pode ser vista por quem estiver acima do equador, no hemisfério norte, além de ser fixo, motivo que leva os navegadores a utilizá-la como orientação.

O Stellarium possui muitas outras funcionalidades e configurações interessantes que merecem ser exploradas, vamos instalar o software em nossos computadores e quem sabe não haverá oportunidades de termos mais aulas voltadas a este assunto.

O Segundo Momento Pedagógico, de organização do conteúdo, a respeito de Esfera Celeste, se desenvolveu com a seguinte sequência: as camadas da atmosfera; os planetas e o Sol; o equador Celeste e os polos Celestes; coordenadas na Esfera Celeste e a eclíptica; superaglomerado de Galáxias, apresentadas com exposição em aparelho digital. Esta sistematização foi apoiada em material presente na página do Observatório Nacional, no tópico relativo ao curso à distância em astrofísica e depois ocorreu o Terceiro e último Momento Pedagógico caracterizado por resposta às questões:

- 1 - Qual o nome, a magnitude e a distância das estrelas popularmente conhecidas como Três Marias?
- 2 - Quanto tempo gasta para a luz de Antares chegar aos nossos olhos?
- 3 - Porque algumas medidas de distâncias no Stellarium são em anos-luz e outras em unidade-astronômica (UA)?
- 4 - Quantas vezes a distância Netuno-Sol é maior do que a distância Terra-Sol?
- 5 - Quantas vezes a distância Saturno-Sol é maior do que a distância Terra-Sol?
- 6 - Qual a diferença entre Latitude e Longitude no Stellarium?
- 7 - Quais constelações existiam no Céu no momento em que você nasceu?
- 8 - A Lua está sempre a uma mesma distância da Terra?
- 9 - Localize a estrela que somente é vista por quem mora no Hemisfério Norte e informe sua localização: Ascensão Reta e Declinação.
- 10 - Quando o Sol nasce exatamente sobre o Polo Leste, para moradores do Hemisfério Sul?
- 11 - Quando o Sol nasce o mais afastado possível do Polo Leste?

Ao serem respondidas as questões foram apresentadas juntamente com imagens e enviadas no segundo relatório conforme estilo de um dos relatórios abaixo apresentado, em que as respostas para as perguntas estavam de modo aleatório, mas que se avaliado contempla

aprendizagem de boa qualidade, conforme abaixo, tal como a dupla de alunos A₈ e A₂₅ entregou:

Podemos notar que no programa Stellarium que percebemos as Galáxias, as nebulosas (uma mais linda que a outra), os planetas, as constelações, etc.

Vemos que os planetas a distância de cada um é medida a partir de UA enquanto que as estrelas sua distância é feita através de anos-luz.

Aprendemos também que a Magnitude é o brilho das estrelas e que quanto menor a magnitude maior é o brilho do corpo celeste.

Vemos também sobre a distância entre a Terra e as estrelas: Antares e Betelgeuse.

Vemos que a distância (que no caso é em anos-luz) é igual a velocidade X tempo.

Para você diferenciar uma UA e Ano-Luz é só você saber que:

A UA é a distância da Terra ao Sol;

E Ano-Luz é a distância que a luz percorre em um ano.

No que vemos a respeito da Latitude e da Longitude no Stellarium percebemos que a Latitude é a declinação de um determinado corpo celeste e a Longitude é a ascensão reta desse corpo.

Vemos também eu em uma determinada época do ano as Três Marias (Mintaka, Anilam e Anitak) que ficam na constelação de Órion elas apontam para a Estrela Sírius que fica na constelação de Cão Maior.



Figura 12 – Imagem via print e paint enviada em relatório - autoria própria

Podemos ver também no programa como queremos a atmosfera, se queremos, por exemplo, a atmosfera de Marte ele coloca ao em vez de ser o da Terra, também tem como colocar a visão sendo ela noturna ou na luz do dia, dentre outras funções, nos mostra também as grades equatoriais e azimutais.

No programa Stellarium temos várias informações importantes sobre cada corpo celeste encontrado até hoje, com a ajuda da tecnologia vemos que hoje em dia a gente vem se desenvolvendo cada vez mais, onde, por exemplo, só se

era visto a olho nu ou através de varias pesquisas temos quase tudo por um simples site ou até mesmo um programa que baixamos pela internet, mais acima de tudo o conhecimento não é algo restrito, pois todos temos o direito e a liberdade de conhecer mais e dar opiniões.

Quando olhamos para o Leste nos equinócios, dias 21/03 e 22/09 no comando de ritmo de tempo normal vejo o Sol nascer exatamente no Leste e como o professor diz que o ocaso é o por do Sol no Oeste, isto é exatamente no Oeste do Stellarium, diferente do solstício em que o Sol se mostra nascendo o mais longe do Leste e do Oeste, isto no hemisfério Sul. O bom foi quando colocamos o tempo acelerado em que o Sol girava muito mais do que a Lua, gerando um efeito incrível.

Se você gosta de astronomia (com nós) esse é um programa que vai te ajudar bastante a saber dos corpos celestes descobertos até hoje.

Tem tantas outras coisas a se dizer sobre o programa que não caberia mais, essas foram uma das coisas que nós mais achamos interessante!

Observe que este relatório de aplicação (Terceiro Momento Pedagógico), tal como os alunos apresentaram, expõe momentos de interatividade com o ambiente de aprendizagem, com o conteúdo, uma interação entre os colegas e com o professor além da interação com o próprio texto escrito, mostrando a estreita relação entre o pensamento e a linguagem e também entre a mente e o meio.

Outro modelo de relatório é o abaixo representado, que mostra uma diversidade de indivíduos em que cada um age de modo diferente, pois esta dupla respondeu as questões de modo metódico e também registrou, internalizou e exteriorizou ideias e soluções.

1 - Qual o nome, a magnitude e a distância das estrelas popularmente conhecidas como Três Marias?

Nomes: Alnitak, Alnilam e Mintaka

Magnitude: 1.85 (B-V: -0.09), 1.65(B-V: -0.19) e 2.40(B-V: -0.03)

Distancias: 817.43 anos-luz, 1976 anos-luz e 916.17 anos-luz

2 - Quanto tempo gasta para a luz de Antares chegar aos nossos olhos?

Sendo a distância de 553.75 anos-luz, e 1 anos-luz = $9,5 \times 10^{15}$ km

e $V = 300.000 \text{ km/s}$ então, $V = d / t$ ou $t = d / V$ assim:

$$t = 52,63 \cdot 10^{17} / 3 \cdot 10^5 = 17,54 \cdot 10^{12} \text{ s}$$

O tempo gasto para a luz chegar até nossos olhos é de $1,75 \cdot 10^{13} \text{ s}$

3 - Porque algumas medidas de distâncias no Stellarium são em anos-luz e outras em unidade-astronômica (UA)?

Porque o nosso sistema solar abrange uma distancia muito inferior ao ano-luz, que são aproximadamente 10 trilhões de quilômetro, portanto, para medir distancia de corpos celestes dentro do nosso sistema solar usa-se U.A., que a distancia do sol a terra, ou seja, 150 milhões de quilômetro, sendo uma distancia bem menor que a do ano-luz.

4 - Quantas vezes a distância Netuno-Sol é maior do que a distância Terra-Sol?

30 vezes maior que a distancia TERRA-SOL.

5 - Quantas vezes a distância Saturno-Sol é maior do que a distância Terra-Sol?

9,56 UA – Significa que a distância 9,56 mais longe que a distância do Sol na Terra, pois a distância Sol-Terra é de 150.000.000km.

6 - Qual a diferença entre Latitude e Longitude no Stellarium?

LATITUDE: É a distancia medida em graus de um ponto qualquer da superfície terrestre em relação a Linha do Equador.

LONGITUDE: É a distancia medida, em graus, de um ponto qualquer da superfície terrestre em relação ao Meridiano de Greenwich.

7 - Quais constelações existiam no Céu no momento em que você nasceu?

Quilha, Peixe Voador, Máquina Pneumática, Relógio, Áries, Triângulo, Perseu, Peixes, Escultor, Hidra Fêmea, Sexta, Relógio, Tucano, etc.

8 - A Lua está sempre a uma mesma distância da Terra? E a força gravitacional entre a Lua e a Terra?

379517 km no dia 23/05/2014 as 18hs:26m:45s

405863 km no dia 21/09/2014 as 18hs:41m:22s

Então em maio a força gravitacional entre a Lua e a Terra é maior do que em setembro, pois está mais perto.

9 - Localize a estrela que somente é vista por quem mora no Hemisfério Norte e informe sua localização: Ascensão Reta e Declinação.

Fica no Hemisfério Norte, e é uma estrela muito distante da Terra, conforme a figura. Ascensão reta/Declinação (J2000) 2h31m.50.0s/+89° 15' 51,3''

10 - Quando o Sol tem o nascido exatamente sobre o Polo Leste, para moradores do Hemisfério Sul?

Nos equinócios de outono e de primavera, em março e em setembro..

11- Quando o Sol tem o nascido o mais afastado possível do Polo Leste?

Nos solstício de inverno e de verão, em Junho e em Dezembro.



Figura 13 - Imagem de relatório mostrando estrela visível somente no hemisfério norte - autoria própria

Algumas outras afirmativas apresentadas pelos alunos que é significativa no sentido de evidenciar o êxito da atividade pedagógica, as interações propostas por Vigotski, o benefício das TICs, a metodologia dos três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti.

Algumas distâncias são em anos-luz porque anos-luz é uma medida que é usada para calcular distancia grandes no espaço astronômico; onde se encontra planetas, cometas, estrelas, satélites e etc. Como essas medidas muito grandes (gigantescas), anos-luz, substitui o quilometro que é usado para pequenas medidas. Para ter uma noção de o quanto é uma medida gigantesca tem um exemplo; fingimos que uma estrela mede 10 anos-luz da terra quer dizer que a luz que essa estrela emite viaja 10 anos-luz, ou seja, mais de 9 trilhões de quilômetros ate ser vista por alguém na superfície terrestre. (A₈)

Posso concluir que foi uma aula produtiva e que adquirimos bons conhecimentos, sendo assim, poderíamos repetir mais vezes para que isso se torne cada vez mais simples. As aulas “práticas” de física sempre ajudam muito nossa sala, assim como o exemplo do lençol descrevendo o campo gravitacional e agora o Stellarium. (A₉)

Concluindo o relatório aponto como pontos positivos, o fato de o Stellarium ser um aplicativo muito interessante, que ajuda muito para o nosso conhecimento da Física e até para outras áreas. É um aplicativo que nos permite visualizar o céu em qualquer momento, rever de dias que já se passaram, e ainda disponibiliza várias informações sobre os astros. No início de "adaptação" com o aplicativo, é um pouco difícil, mas logo acostuma-se e começa a explorar todos os recursos que ele nos possibilita, vale a pena conhecer. (A₁₀)

O universo é muito grande, muito bonito e que devemos explora-lo melhor para termos mais conhecimento a respeito de planetas, cometas, estrelas, galáxias e etc. A respeito do software “Stellarium” ele é muito bom, pois nos

mostra todo o universo, nos mostra a magnitude, latitude, longitude e distância de cada planeta, galáxias, estrelas e etc. (A₁₁)

Relatório de Stellarium do aluno A₂₃

Na pratica realizada observou-se o stellarium, um planetário de código aberto para computador. Ele mostra um céu realista em três dimensões igual ao que se vê a olho nu, com binóculos ou telescópio. Basta ajustar as coordenadas geográficas e observar o céu.

Inicialmente ajustaram-se as coordenadas geográficas e colocando hora e data do momento da atividade observou-se o mesmo céu, no computador e na realidade.

Em seguida mudou-se data e hora para o dia do nascimento de cada aluno, assim descobriu-se como estava o céu nesse dia.

Após, explorando cada vez mais o aplicativo, viu-se Mintaka, Alnilam e Alnitaka, conhecidas como As Três Marias, são estrelas que formam o cinturão de Orion na constelação de Orion. Cada uma delas apresenta características diferentes.

Mintaka tem sua magnitude 2.40 sua distancia da Terra é 916.17 anos-luz.

Alnilam possui magnitude 1.65 e esta distante 1976.71 anos-luz.

Alnitaka apresenta magnitude 1.85 e distancia de 817.43 anos-luz.

Observando essas informações percebeu-se que a estrela mais próxima da Terra é Alnitaka e a mais distante é Alnilam, devido a quantidade de anos-luz.

Olha na seguinte imagem como estão posicionadas:

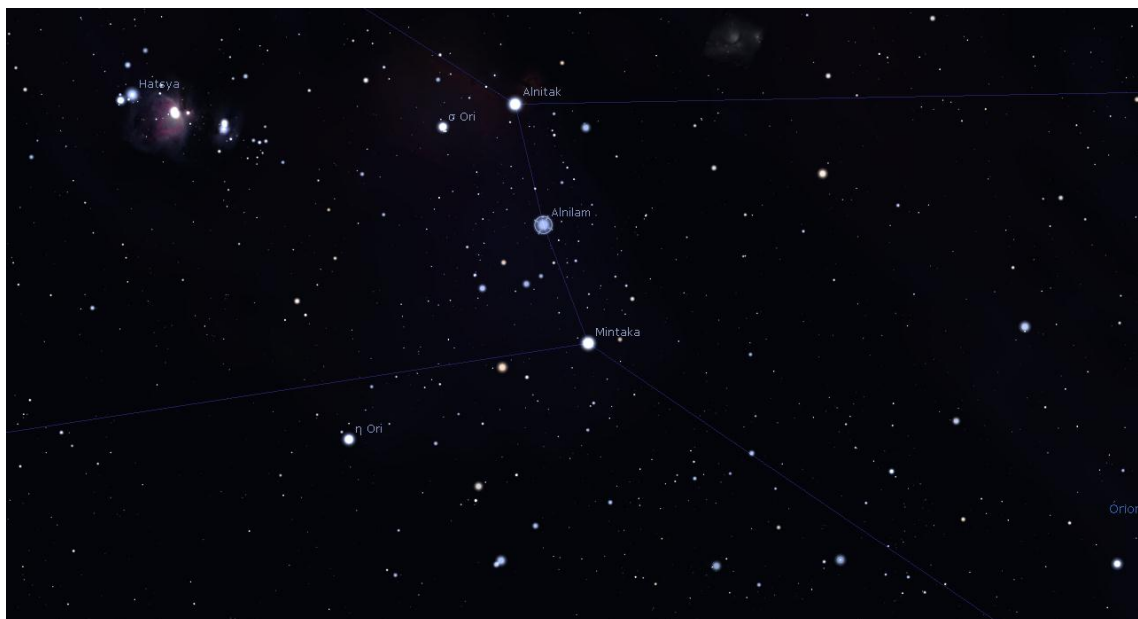
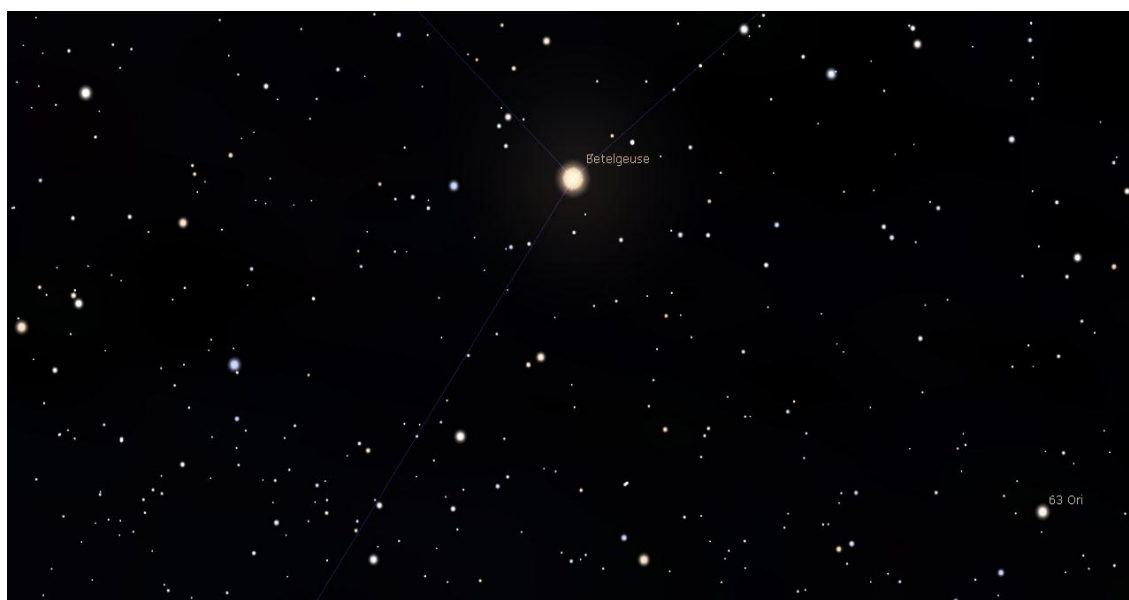


Figura 14 - Imagem das estrelas Três Marias em relatório de astronomia no Stellarium - autoria própria

Analisou-se também a estrela Betelgeuse que também esta inserida na constelação de Órion, possui magnitude de 0.45 e esta 497.95 anos-luz da Terra. De todas as estrelas analisadas Betelgeuse é a mais próxima. Ela possui uma coloração avermelhada. Veja na imagem:



Figura

15 - Imagem de relatório mostrando Betelgeuse - autoria própria

Por ultimo o aplicativo foi ajustado para quatro datas diferentes: 21/03/2015, 21/06/2015, 23/09/2015 e 21/12/2015. Essas datas correspondem aos dias de mudança de estação, veja:

Estação	Data
Outono	21/03
Inverno	21/06
Primavera	23/09
Verão	21/12

Tabela 1 – Estação do ano em função da data

O nascimento do Sol foi analisado todas essas datas quase do mesmo horário.

Notou-se que o Sol nasce exatamente no Leste no Outono e na Primavera. No Inverno e Verão o Sol não nasce exatamente no Leste, isso acontece Graças a inclinação do eixo de rotação e a posição da Terra em relação ao sol, a incidência de raios solares nos hemisférios Norte e Sul é diferente. Em determinado momento, um hemisfério estará mais voltado para Sol, e seis meses depois será o outro hemisfério, esse fenômeno é chamado de solstícios e equinócios, eles marcam posições do movimento aparente do sol e a incidência de raios solares na superfície terrestre e inaugurarem as estações do ano.

Conclui-se que o aplicativo stellarium é uma excelente ferramenta para observar os fenômenos que antes estavam somente na teoria. Aprendendo explorar o aplicativo podem-se obter bastantes informações.

4.3 – Tema 3: Aerodinâmica

O início do desenvolvimento desta SE, com a temática aerodinâmica, foi assinalado com a abordagem da História de Alberto Santos Dumont e dos Irmãos Wright, por professores de História, com material do Ministério da Educação, o livro “Explorando o Ensino”, de Nogueira e Canalle (2009). Foram abordadas as atividades sobre a Aeronáutica em âmbito Nacional e Internacional, como contextualização e inclusive uma apresentação de um aeromodelo controlado remotamente, conforme imagem abaixo, avivando o interesse pelo TM relacionado com a aeronáutica.

Conforme se vê na figura 16, os estudantes assistiam a um voo de aeromodelo e simultaneamente o professor questionava se havia resistência do ar no referido voo, se havia força tangencial, se a energia cinética durante o voo era constante e se toda aceleração do aeromodelo era centrípeta. Mediante esta atividade os alunos manifestaram grande interesse pelo movimento das aeronaves.



Figura 16 - Alunos em aula de problematização com aeromodelo amarelo - autoria própria

O tema despertou interesse também devido à veiculação na mídia dos acidentes com aeronaves, em que uma não foi achada, outra não se identificou a causa da queda e uma série de outros acidentes naquela semana. Estes motivaram o interesse pelo conhecimento da tecnologia das aeronaves/aviões/drones/aeromodelos e também pelas tecnologias que são acessórias destas, como: o GPS, o transponder, o radar, o satélite.

As atividades didáticas na SE propõem a exploração dos conceitos de física como: velocidades escalares e vetoriais (médias e instantâneas), composição de velocidades e movimentos relativos, diferenciação de movimentos, movimentos oblíquos (ênfase nos foguetes e aviões), equilíbrio de translação e rotação, força e movimento (Leis de Newton), e sistemas conservativos e não conservativos de energia.

Foi sistematizada uma abordagem sobre a aerodinâmica do movimento de aviões, de modo que todos colocavam o seu parecer, num processo de interações que durou uma aula de 50 minutos, sempre em torno de responder as problematizações a seguir:

Problematizações:

(P) Como sustentar um avião com algumas toneladas de massa durante o voo?

(P) As asas/aerofólio interferem na sustentação da aeronave no ar?

(P) A aeronave mostrada na figura a seguir existe e consegue voar ou é uma imaginação do homem?

(P) O que realmente acontece fisicamente quando o avião está em movimento?



Figura 17 - <http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2012/09/nasa-financia-projeto-de-aeronave-que-rotaciona-em-90-graus-em-pleno-voo.html>

Sistematização

A sistematização foi apoiada por apresentação disponível em <http://www.if.ufrgs.br/tex/fis01043/20031/Andre/>. Na qual se lembra dos feitos de Leonardo da Vinci inclusive sobre o estudo da anatomia dos pássaros/morcegos e conseguiu informações do desempenho das asas em relação ao ar. Outro cientista que não poderia deixar de se explorar foi Alberto Santos Dumont construtor do 14-BIS (aeronave biplano) que

voou alguns poucos metros, estimulando a aviação mundial. Sendo o primeiro a conseguir decolar uma aeronave sem auxílio de mecanismo externo/propulsor, diferente dos irmãos Wright que para impulsionar uma aeronave usou de uma Catapulta e um trilho.

Assim, em aulas posteriores desenvolveu-se a sistematização que foi de encontro com as problematizações procurando mostrar o modo de sustentar uma aeronave no espaço. Nesta situação demonstrou a precisão de alguma força para superar ou equilibrar o peso da aeronave. Para tanto o ar é um vizinho, agente que contribui sobremaneira com a sustentabilidade/força, sendo também caracterizadas as forças de arrasto: atrito, forma e induzida.

Sendo a aerodinâmica compreendida como a maior ou menor dificuldade de um corpo se mover em certo gás ou líquido. Pela equação que segue, percebe-se que as asas levam a uma força de sustentação resultante, a qual precisa ser igual ou maior do que o peso para manter a aeronave no ar.

O atrito de forma é diretamente proporcional à área, na qual o ar colide de frente com a aeronave, e ocorre a chamada deflexão (desvio do ar pelo obstáculo). Portanto, as partes que compõe uma aeronave devem ser arredondadas ou terem o estilo de setas, evitando superfícies retas perpendiculares ao deslocamento, originando assim uma resistência do ar menor. O arrasto de forma depende da densidade do ar, velocidade e área frontal do corpo, podendo ser calculado com a fórmula abaixo.

C_D = coeficiente de resistência aerodinâmica da asa ρ = densidade do ar

S = área da superfície da asa v = velocidade da aeronave D = força de resistência

$$D = C_D \cdot \frac{\rho}{2} S v^2$$

Caso diferente ocorre nos carros de fórmula I, em que a sustentação tem um efeito negativo, se opondo ao efeito positivo da sustentação das aeronaves.

A sustentação é resultante do empuxo e do arrasto e ao se igualar ou superar o peso leva à estabilidade do voo ou o mantém. Esta pode ser descrita matematicamente por:

$$L = C_x \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2} \cdot S$$

L - Força de sustentação S - superfície de referência

v - velocidade do objeto em relação ao fluido

C_x - coeficiente de arrasto ρ - massa volumétrica do fluido

Cada parte da aeronave tem uma função: os ailerons quando movidos podem promover rotação da aeronave mediante o torque para cima ou para baixo, fazendo o avião girar no sentido horário ou anti-horário, assim como o Leme dificulta a derrapagem da aeronave no ar, conforme giro em torno de um eixo vertical em horário ou anti-horário. Existem também os flaps para auxiliar nas aterrissagens e decolagens, os ângulos de ataque do eixo dos aerofólios em relação a horizontal, também ajudam na aterrissagem.

Para compreensão da força de sustentação recorre-se ao entendimento das pressões estáticas e dinâmicas, do efeito de turbulência e da diferença de pressão e do empuxo.

Da abordagem desta SE, uma nova mostra de contextualização é proposta com a construção de protótipos de aviões arquitetados em isopor, de modo a poder dar condição ao estudante de sentir os efeitos de interações entre a Terra e o protótipo e entre o protótipo e o ar. Processo similar também ocorre com um aeromodelo acionado por controle remoto e montado preso a um fio de nylon como um pêndulo de comprimento aproximado em cinco metros, que move como um pêndulo cônico e com explorações de equilíbrio, composição de movimentos, aerodinâmica, força resultante centrípeta e tangencial do mesmo, conforme figura 18.



Figura 18 - Interação de investigação de conceitos da aerodinâmica e física

Dentre as atividades propostas, expõem-se algumas: uma que aborda o conceito de Velocidade (4.3.1), outra que aborda o conceito de aceleração (4.3.2), em (4.3.3) trata de movimentos, (4.3.4) relaciona a grandezas de apoio do Movimento Circular Uniforme em que este movimento não tem sua sistematização exposta na dissertação mas veio logo em seguida. (4.3.5) analisa o Torque e seus efeitos principalmente nas aeronaves. Os nomes de pessoas nos diálogos são nomes fictícios.

A seguir, no contexto do tema SE Aerodinâmica, são descritas atividades relacionadas à exploração de alguns conceitos relevantes:

4.3.1 - Velocidade

Problematizações:

(P) Você já ouviu falar em supersônico?

(P) Porque quando se fala em uma sala ou espaço fechado, vazio, se percebe o eco?

(P) Porque o som que você houve das suas palavras não é o mesmo som que outras pessoas ouvem?

(P) Porque o som que se ouve no celular numa mensagem de “Whatsap” da Julia para a Paula não é o som que você ouve da voz da Julia?

(P) O concorde é um supersônico?

Respostas dos alunos no momento destas problematizações:

(A₃₃) Sônic é um bichinho azul que passa na televisão!

(A₃₁) O que vence a barreira do som é um supersônico!

(A₂₇) O que é barreira do som?

(A₁₆) A voz que eu ouço minha vem do meu cérebro e as pessoas ouvem a voz que sai das minhas cordas vocais!

No Segundo Momento Pedagógico, o professor inicia a sistematização do conteúdo partindo das sequências abaixo:

Velocidade Média

É o deslocamento realizado em num certo intervalo de tempo.

$$V = \frac{\Delta S}{\Delta t} \left[\frac{m}{s} \right]; \left[\frac{km}{h} \right]; \left[\frac{cm}{s} \right], \text{ respectivamente SI, usual, CGS.}$$

Sendo que:

Distância Percorrida (d) = é a medida real do caminho percorrido pela partícula e Deslocamento (ΔS) não depende do caminho, somente depende da posição final(S) e da posição inicial (S_0), assim:

$$\Delta S = S - S_0$$

Deslocamento somente é igual a distância percorrida para trajetórias retas e de sentido único.

$$\Delta S = d$$

Exemplo: Uma formiguinha que anda sobre uma régua e vai do marco 5 cm até o marco 25cm e volta no marco 8cm realizou qual distância percorrida? E qual deslocamento?



$$d = |\Delta S_{IDA}| + |\Delta S_{VOLTA}|$$

$$d = |20| + |-17| \quad \boxed{d = 37 \text{ cm}}$$

$$\Delta S = S - S_0$$

$$\Delta S = 8 - 5 \quad \boxed{\Delta S = 3 \text{ cm}}$$

Velocidade Instantânea

É a taxa de variação da posição num certo intervalo de tempo, ou seja, é a razão entre uma medida infinitesimal de posição por uma medida infinitesimal de tempo.

Para contextualizar a diferença entre velocidade média e instantânea, descrevemos o seguinte fato hipotético (uma historinha como técnica pedagógica).

Para melhor compreensão vamos fazer um paralelo entre um estudante de física que atrasado para um encontro a 100 km de distância, tem apenas uma hora para chegar ao destino, no percurso é interceptado por um policial que informa que o radar o pegou a 180 km/h e o estudante argumenta que, de velocidade ele entende e então, se estivesse a 180 km por horas, teria que ter andado 180 km e gasto 1 hora, porém, não havia percorrido ainda 100 km e nem estava viajando ainda durante 1:00 hora, e que portanto, o aparelho, o radar, estava com defeito. Sendo assim, o policial prendeu a carteira do estudante e disse que o carro somente sairia se outro motorista o retirasse, e que isto demandaria certo tempo e então, poderia o policial explicar como funcionava aquele radar e que, a planilha do radar ligada ao computador, mostra que a distância percorrida pelo carro do estudante foi de 1,5 m, em um intervalo de tempo de 0,03s. Se o estudante calculasse a velocidade iria encontrar o valor de 180 km/h. Sendo assim, o estudante calculou e achou 50, mas não prestou atenção na unidade que era de 50m/s e que precisava passar para km/h multiplicando por 3,6, logo encontrou os 180 km/h.

Em conclusão a esse assunto, temos que o comprimento de 1,5m em comparação com 180 km é muito pequeno. Por isso, se diz diferencial (medida infinitesimal), da mesma maneira que 0,03s são infinitesimais em comparação com 1h (3600s). Logo, se diz diferencial de tempo para 0,03s.

Com este relato, um diálogo se estabeleceu:

Quem estava certo: o policial ou o estudante?

(A₁) *O policial, pois ele calculou!*

(A₂) *Não, o estudante é que está certo, ele ainda não tinha andado 180km.!*

(A₃) *Não, os dois estão certos!*

Aqui se concluiu que o estudante argumentava com velocidade média e o policial com velocidade instantânea, a qual somente pode ser determinada por um aparelho eletrônico.

Em seguida, uma utilização do conhecimento se fez (Terceiro Momento Pedagógico) com uma questão:

1 - Um avião “Concorde” apresenta velocidade de 1250 km/h, portanto prove se o avião é ou não avião Supersônico.

2 - Um pesquisador de engenharia ambiental ouve o som de um trovão, velocidade 340 m/s, 4s depois de ver o relâmpago. A que distância ocorreu descarga elétrica?

3 - Como atividade extraescolar (experimental), vocês alunos vão: andar, correr e pedalar e medir o tempo, a distância percorrida e determinar a velocidade média para cada modo de movimento. Em seguida determinar por extrapolação dos resultados que vocês encontrarem no seu experimento, quanto tempo se leva de sua casa até aqui na escola, pelos três métodos de translação: andando correndo e pedalando. Entreguem um relatório após tal atividade. Poderão ser ajudados por amigos, pais ou parentes.

Abaixo segue um exemplo de relatório da atividade 3 de um estudante, o (A₁₆):

No dia 22 de agosto de 2014, peguei a medida da extensão da rua onde se localiza minha casa, utilizei o programa Google Earth e achei 160 metros. Depois peguei o cronometro do meu celular para calcular o tempo gasto quando faço esse percurso de Bicicleta, indo correndo e andando. E quando obtive os dois resultados consegui calcular a velocidade média nos três modos de concluir a distância. Os Resultados obtidos foram:

Para calcular a velocidade media em todos os casos eu usei a formula:

Velocidade media = Distancia em km/ tempo em horas

Andando: 2 minutos e 03 segundo em 160 metros

Velocidade media = 0,16 quilômetros / 0,03 horas Resultado aproximado = 5,3 km/h

Bicicleta: 30 segundos em 160 metros

Velocidade media = 0,16 quilômetros / 0,008 horas Resultado aproximado = 20 km/h

Correndo: 41 segundos em 160 metros

Velocidade media = 0,16 quilômetros/0,01 horas Resultado aproximado = 16 km/h

Nota: As transformações de metros em quilômetros foram feitas dividindo a quantidade de metros por 1000. E as transformações de tempo foram feitas dividindo por 60 e 3600.

Com esses resultados é possível calcular o tempo gasto para ir até o IFTM, se eu optar por esses meios, a distancia da minha casa até o IFTM é de 8,6 km. Resultados obtidos:

Andando: já sei a minha velocidade andando que é 5,3 km/h e a distancia, basta eu jogar na formula:

5,3 km/h = 8,6 km / tempo(h) Tempo aproximado = 1,62 horas

*horas em minutos = 60 minutos * 0,62 parte de hora = 1,37 horas*

1 hora e 37 minutos andando da minha casa até o IFTM, se estiver em uma velocidade media de 5,3 km/h.

Bicicleta: 20 km/h

20 km/h = 8,6 km / tempo(h) Tempo aproximado = 0,43 h

*Horas em minutos = 60 minutos * 0,43 Tempo = 25,8 minutos*

*Minutos em segundos = 60 * 0,8 = 48*

26 minutos e 48 segundos de bicicleta da minha casa até o IFTM, se estiver em uma velocidade media de 20 km/h.

Correndo: 16 km/h

16 km/h = 8,6 km / tempo(h) Tempo aproximado = 0,54 h

Tempo = 32,4 minutos

*Minutos em segundos = 60 * 0,4 = 24*

32 minutos e 24 segundos correndo da minha casa até o IFTM, se estiver em uma velocidade media de 16 km/h.

Ao fazer esse trabalho tive uma noção de tempo e velocidade media de varias formas, e descobri tempo gasto se optasse por ir até o IFTM andando , pedalando e correndo.

O propósito desta atividade experimental era a de conduzir à compreensão do conceito de velocidade e das transformações de unidades de medidas envolvidas, promover o aperfeiçoamento da ideia de espaço por meio da imaginação e levar aos pais ou amigos a concepção de que por métodos experimentais se aprende física e se pensa além do que se vê,

de forma simples, amenizando o estereótipo de que física é difícil e está longe do dia-a-dia..

Trata-se nesta atividade de uma abordagem de Ciência, Tecnologia, Sociedade, de modo simples, sem custo e acessível a qualquer cidadão. No entanto, o professor foi surpreendido com as facilidades encontradas pelos estudantes ao usarem as tecnologias, os aplicativos, os quais já fornecem tudo pronto e retiram dos estudantes a liberdade de utilizarem das FPS, do convívio familiar e da prática esportiva.

Apesar de encontrar um desvio no comportamento, em que os alunos buscaram soluções mais rápidas por meio da tecnologia. Também houve estudantes que não utilizaram da tecnologia digital e nem das funções psicológicas da imaginação, para determinar a distância da escola até sua casa. Utilizaram sim as ferramentas usuais, como o metro, o relógio e a dedicação.

Percebeu-se, por outro lado, que houve interesse e motivação nos alunos para a área científica, obtendo melhores construções de relatórios científicos seguindo regras da ABNT para citações, referências e uma busca de fundamentação teórica em livros e textos que exploravam os conceitos e as aplicações de velocidade média/de movimento e também houve modificação do desempenho em sala de aula, posicionando com maior liberdade de comunicação quando da formalização do conceito de velocidade média e da busca independente de uma contextualização quando do momento em que ocorreu a organização do conteúdo na sala de aula.

4.3.2 - Aceleração das Partículas

Problematizações

(P) Você conhece fenômenos naturais que possuem aceleração?

(P) Você conhece fenômenos artificiais que possuem aceleração?

(A₀₁) O tufão, quando uma vaca está no tufão ela tem aceleração.

(P) Como você descreve o tufão?

(A₀₂) É um redemoinho que move arrastando as coisas!

(A₁₁) As coisas movem em movimento circular, logo tem aceleração.

(A₂₃) Sim a Terra quando aproxima do Sol vai aumentando o movimento e quando afasta do Sol vai diminuindo o movimento.

(A₁₃) O fenômeno artificial que tem aceleração é foguete.

(P) Como assim: se um foguete está na plataforma de lançamento ele tem velocidade?

(A₁₃) Não, ele não tem!

(A₂₄) Não parado!

(P) Mas se ele não tem velocidade, então ele não sobe!

(A₄) O empuxo faz subir, por causa da pressão do gás carbônico.

(P) Gás carbônico. Como assim?

(A₄) Sim o vinagre e o bicarbonato de sódio, na mistura.

(P) Vai ter mistura ou reação?

(A₂) Não vai ter reação, pois tem emissão de gás.

(P) Como este gás é formado?

(A₂) Por quebra do vinagre pela água, não do bicarbonato pelo vinagre!

(P) O que mais identifica que houve reação química e não uma mistura?

(A₅) Aquecimento, mudança de cor!

(P) Posso fazer um propelente de foguete de batata?

(A₅) Pode, pois a amilase salivar dissolve a batata!

(P) Amilase salivar! Que legal! isto é uma proteína?

(A₆) Amilase salivar quebra o carboidrato da batata! Ligações polipeptídicas!

(P) No estômago existe um gás tal qual no foguete?

(A₇) Existe.

(P) Então dá pra fazer propelente de batata, porque tem propelente que é sólido!

(P) Neste caso o foguete sai da base com velocidade ou sem velocidade?

(A₃) Do repouso!

(P) Então este pincel na minha mão, basta eu abrir a mão para ele sair?

(A₇) Tem que jogar ele pra cima!

(P) O foguete sai com velocidade máxima, por quê?

(A₆) Por causa do Empuxo!

(P) O que provocou o empuxo?

(A₅) a pressão do gás, do CO₂

(P) Como se produziu este CO₂ Douglas?

(A₇) A reação química, uai!

(P) Mas como ocorre esta reação química é por causa do oxigênio?

(A₆) Por causa do elétron! O elétron transfere energia de ligação

(P) Energia potencial química?

(A₅) Energia potencial química vira energia cinética no foguete!
(P) Então o foguete já sai com velocidade e depois diminui?
(A₅) Sim a energia cinética diminui na subida! A velocidade diminui!
(P) O que faz a velocidade diminuir?
(A₂₅) A força gravitacional, pois quando afasta da Terra o g diminui!
(P) Agora sim a aceleração g é a mesma da queda d'água da chuva e a desaceleração do foguete depende do g.

Observa-se neste diálogo que o aluno (A₆) já se apropriou da linguagem/conhecimentos da ciência, quando o mesmo já mostra um conhecimento sobre o elétron que se transfere de um elemento químico para outro mediante transferência ou transformação de energia. Tal percepção se deu pelo fato de, em outra atividade de ensino (em aula de química), ter sido explorada, não de forma sistemática, mas em processo de interação, a relação entre energia potencial elétrica e a energia de ligação. Chama-se atenção para o fato que o professor de química explica ligações químicas com os alunos utilizando a concepção de troca de energia e não se apropria da regra do octeto.

As interações tomaram uma proporção interessante, pois conforme as respostas dos alunos às perguntas iam sendo colocadas, foi possível fazê-los pensar em conceitos de diferentes disciplinas e perceberem que os conhecimentos têm relação entre si, sem distinção de disciplinas.

Sistematização do conteúdo - Aceleração escalar média

É a medida da variação da velocidade, isto é, é a taxa de variação da velocidade, ou seja, é a velocidade de variação da velocidade.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow \frac{\frac{m}{s}}{s}; \frac{\frac{km}{h}}{s}; \frac{cm/s}{s}$$

Portando para a velocidade do foguete se tornar mínima foi preciso a ação da força gravitacional, contrária ao movimento de subida do foguete somada vetorialmente com a força de arrasto contrária ao movimento. A soma vetorial das duas promove uma desaceleração de subida do foguete.

Durante o estágio de decolagem de uma aeronave, esta somente sai do solo após atingir uma velocidade mínima de aproximados 300m/s. Como a aeronave partiu do repouso então, uma força resultante (devido à força de impulsão motora e de arrasto do ar) atuou sobre a aeronave provocando aumento na velocidade e, portanto uma aceleração.

Exemplo:

1) Determine a aceleração escalar média entre os instantes:

- a) 0s e 42s
- b) 22s e 42s
- c) 42s e 48s.

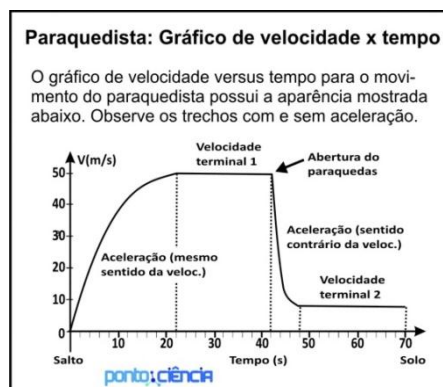


Figura 19 – Gráfico de questão de avaliação
<http://pontociencia.org.br/galeria/#/content/Fisica/Mecanica/>

2) Como se descreve a aceleração vetorial de um planeta orbitando em torno do Sol?

4.3.3 - Massa e Inércia

Nesta aula, depois de se falar em Centro de Massa, Campo Gravitacional, momento linear, translação, rotação e aceleração, buscamos, via interações sistemáticas, explorar outros conceitos, começando pela questão: o que vem a ser Massa?

(P) A Elvira tem uma massa de 50 kg então pesa quanto?

(A₀₃) 500 Newtons

(P) Se você subir numa balança no interior de um elevador você terá qual massa?

(A₃₁) 50 kg uai!

(A₂₆) Numa balança?

(A₁₇) Como assim.

(P) A leitura da balança num elevador para o repouso é a mesma do elevador em movimento?

(A₁₇) É

(A₂₂) hum!

(P) Quando começa subir a leitura da balança vai ser a mesma?

(A₂₉) Não.

(A₀₃) Sim

(P) Quando você de 50 kg sobe numa balança ela faz uma leitura?

(A₂₃) 500N (A₀₃) Uma força?

(P) Quem exerceu essa força?

(A₂₃) Os pés!

(P) A leitura da balança depende da força gravitacional?

(A₁₁) Depende!

(P) O que incomoda o prato da balança?

(A₁₀) Os pés.

(A₂₃) O peso

(P) O g é o mesmo em qualquer lugar do Universo? Lembra como se calcula o peso?

(P) À medida que afasta da Terra o g vai aumentando?

(A₂₃) O g gerado pela Terra acaba no infinito?

(P) Infinito ao quadrado leva a quê?

(A₀₃) infinito ao quadrado?

(A₂₃) Já é infinito

(P) Então o g é nulo?

(A₃₃) Não o g é muito pequeno.

(P) Mas levamos a Elvira com a mente de Einstein para um lugar longe do g !

(A₂₇) Ela vai sentir o prato da balança?

(P) Você está sentindo o chão?

(A₁₁) Sim

(A₂₃) então o chão está fazendo uma força nos seus pés?

(A₁₁) Sim.

(P) Como chama a força feita pelo chão? Por que o chão faz esta força?

(A₀₁) Por causa do peso.

(P) Mas agora estamos levando a Elvira para o espaço sideral onde o g será desprezível.

(P) Então não haverá leitura na balança! O Einstein pensa assim.

(P) A Elvira estará dentro do elevador, sobre a balança.

(P) A Elvira não está vendo o mundo lá de fora e a balança não está lendo nada. O elevador dela foi lançado como um foguete para o espaço. Numa

velocidade acima de uma velocidade de escape. Uma velocidade que quando ela é lançada ela nunca mais voltar. Como ela não está vendo. Um habitante fora do sistema solar encontra esta caixa do elevador e acha diferente e começa a puxá-la, mas a Elvira não está vendo lá de fora. Só que a Elvira passa a perceber a leitura da balança de novo .

(P) Qual a sensação da Elvira?

(A₃₄) Que ela está na Terra...

(P) Então qual a aceleração do elevador provocada por transeunte no espaço?

(A₁₇) está tendo o mesmo valor de g ?

(P) Exatamente a aceleração é g , mas não foi gerada pelo campo gravitacional terrestre!

(P) Então a aceleração é chamada de inercial, pois por inércia a Elvira tende a ficar sobre o prato da balança, conforme a Primeira Lei de Newton, em que um corpo que está em movimento tende a permanecer em MRU e um corpo parado tende a permanecer parado. Assim a Elvira que não sabia onde estava, somente sentiu a balança, por tender a ficar onde estava. E o agente externo acelerou a caixa do elevador com a mesma aceleração g . Assim a leitura da balança no espaço informa uma massa inercial enquanto na terra esta massa dada por meio da balança é massa gravitacional.

Uma melhor compreensão sobre as interações envolvendo conhecimentos científicos e cotidianos, podemos ter em Vigotski (2000, p. 349), ao afirmar que a criança é capaz de definir um conceito e, ao aplicá-lo “em diferentes operações lógicas descobre a sua relação com outros conceitos”.

Nas aulas, é frequente a confusão dos alunos em relação aos conceitos de massa e peso, em que a massa, com frequência é entendida como peso. Ao explorar o conceito de massa de modo sistemático, diferenciando-o como inercial ou gravitacional, o aluno passa a compreender o conceito científico e não mais confundir massa com peso, como o que comumente acontece. Outro fato importante é dado para o diálogo que procura proporcionar ao estudante uma visão newtoniana de massa e uma visão einsteiniana, sendo possível aos mesmos aguçarem a imaginação e enxergarem para além do que os livros e textos escolares trazem.

O Segundo Momento Pedagógico se deu apresentando a massa inercial, por meio da Segunda Lei de Newton e contextualizando com a concepção de Inércia de Galileu, com o seguinte enunciado: *A matéria tem a tendência natural e espontânea de permanecer no estado em que se encontra. Se uma partícula está em repouso tem a tendência natural e espontânea de permanecer em repouso e se está em movimento tem a tendência natural e espontânea de*

permanecer em Movimento Retilíneo Uniforme, com velocidade vetorialmente constante, a não ser que seja compelido a mudar seu estado de repouso ou de movimento pela ação de uma força.

Para conclusão deste momento foram apresentadas algumas situações em que o efeito da força ou do equilíbrio de forças é alterado, como de um carro, numa estrada reta e plana, ao entrar numa curva acentuada e com óleo na pista, tende a continuar seu movimento em linha reta (em MRU) e sair da pista, pois a diminuição do atrito vai influenciar na resultante centrípeta, podendo esta se tornar nula. Outro exemplo pode ser o de um aluno sentado numa cadeira e sendo empurrado por alguém. O atrito com o piso rústico tende a retardar o movimento, mas quando esta cadeira atinge uma superfície encerada o aluno tem a sensação de aceleração, ainda que o movimento seja retilíneo e uniforme.

Enfoca-se neste momento a relação da massa com a aceleração, explorando a proporcionalidade inversa entre as referidas grandezas e valorizando as Leis de Newton e os efeitos das interações entre massas. Para elucidar, a compreensão dos estudantes quanto às interações, diferencia os movimentos acelerados e retardados e a relação com os referenciais dos vetores força resultante.

4.3.4 - Movimento interpretado graficamente com uso do Tracker

Nesta atividade o Tracker, software livre de modelagem matemática de fenômenos videogravados, foi apresentado aos estudantes inserindo dois vídeos sobre os foguetes lançados na MOBFOG (Mostra Brasileira de Foguetes), evento que ocorreu no âmbito da escola. Simultaneamente com a aprendizagem do uso do software Tracker, os estudantes analisaram também os gráficos dos lançamentos de foguetes.

A análise do movimento do foguete com o aplicativo Tracker ocorreu após os estudantes aprenderem um pouco mais sobre velocidade, aceleração e energia cinética, logo após os estudos de velocidade, aceleração e Movimento Uniforme e Uniformemente Variado.

A figura 20, a seguir, mostra o momento relacionado a um dos movimentos investigados, em que os estudantes apreciam o lançamento vertical de um foguete artesanal acoplado por paraquedas.



Figura 20 - Foguete lançado e retornando de paraquedas
– autoria própria

O ponto acima dos blocos de salas de aula da escola, na figura 20, é um paraquedas descendo e devolvendo em Terra um foguete de PET, do qual foi feita uma análise gráfica do movimento desenvolvido. Para tanto a leitura descrita pelo aplicativo Tracker, mostrou o movimento de queda do paraquedas como um Movimento Retilíneo Uniforme, conteúdos explorados no terceiro tema, focado em aeromodelismo.

Nesta ocasião valorizou-se inclusive a inclinação da reta do gráfico, determinando a velocidade escalar e a equação que a reta proporciona. Elucidou-se a exploração que o professor de matemática já havia feito em torno do ensino e aprendizagem das funções, entre elas a função afim e a função quadrática, as quais são exploradas em fenômenos diversos na física e inclusive nos movimentos. Percebe-se pelo gráfico da figura 21 que o gráfico mostra o tempo em função da posição, o que permitiu identificar que o movimento de descida do paraquedas é praticamente um movimento uniforme.

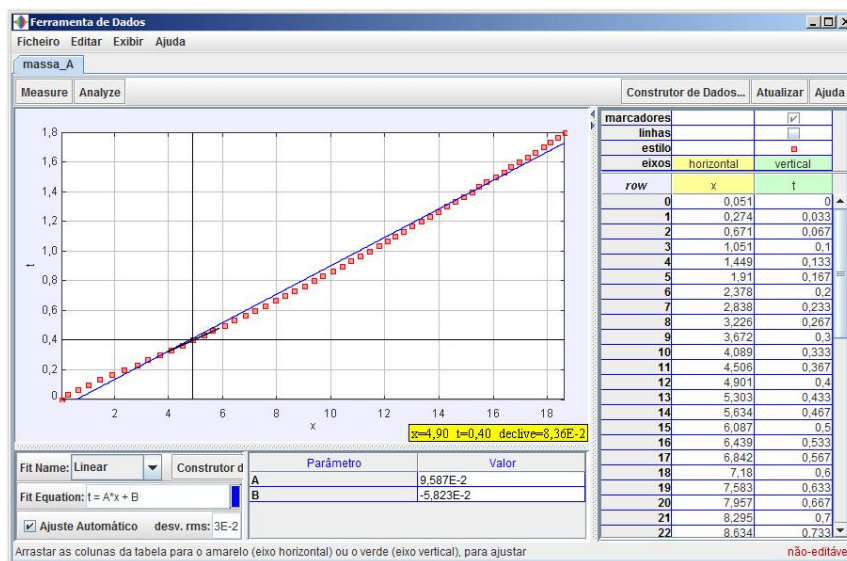


Figura 21 - Gráfico do tempo de queda em função da altura de descida de um foguete em paraquedas
Autoria própria

A figura 22 a seguir se refere a uma análise no Tracker do deslocamento x em função do tempo t e também do deslocamento y em função do tempo t , mostrando que após 0,367s o movimento é um movimento de massa constante e, portanto pode ser tratado como um movimento oblíquo com composição dada por MRU na horizontal e MRUV na vertical.

A vantagem do aplicativo Tracker é que em se tratando de ensino médio, a análise é uma modelagem, que evita o arcabouço matemático das equações diferenciais, de difícil compreensão para estudantes do primeiro ano do ensino médio e contribui para que os mesmos percebam a influência da força de arrasto.

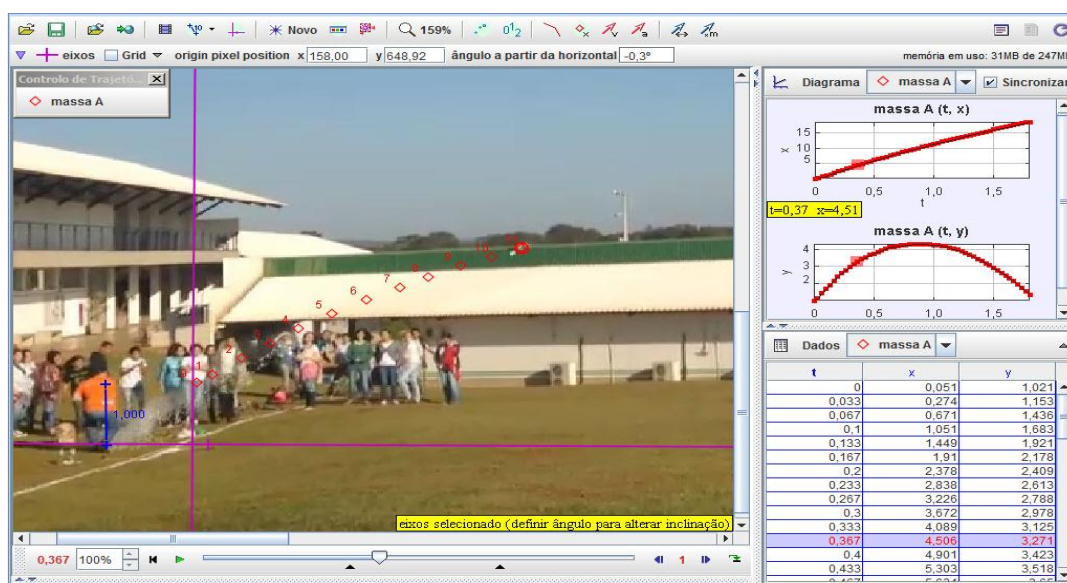


Figura 22 - Voo de foguete sendo rastreado pelo Tracker para construção de gráficos - autoria própria

Por intermédio do gráfico, os alunos compreenderam a relação da altura em função do quadrado do tempo, figura 23, além de perceberem que existe na altura máxima uma velocidade mínima e, portanto uma energia cinética mínima e uma energia potencial máxima.

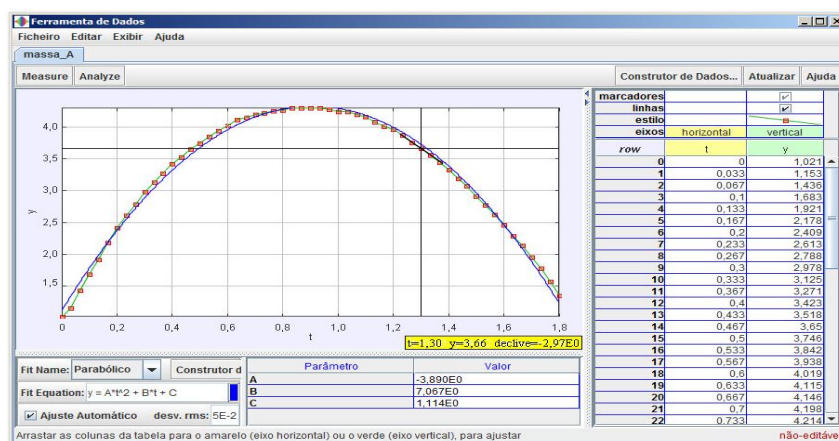


Figura 23 - Gráfico da Posição Y no tempo t demonstrando um Mov. Unif. Variado - autoria própria.

Veja também que no gráfico da Energia Cinética em função da altura, figura 24, mostra-se que mesmo não tendo massa variável, a resistência do ar provoca oscilação na energia cinética e dá condição de verificar que o propelente é todo ejetado do foguete quando sua altura é de aproximados 2,0 m em relação ao solo.

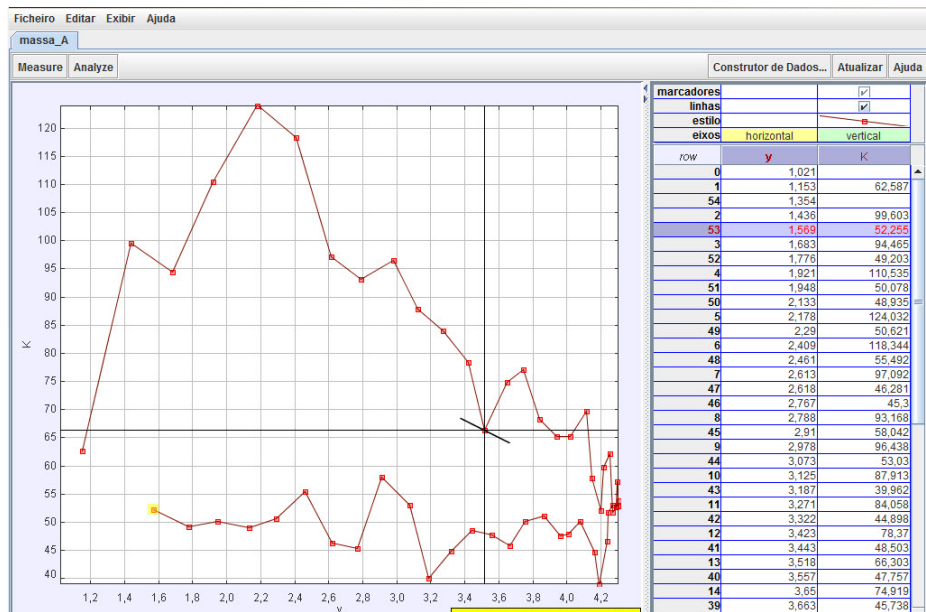


Figura 24 - Gráfica da Energia Cinética do Foguete em função da Altura - autoria própria

Com outro olhar vê-se que o gráfico a seguir mostrou a variação da energia cinética no decorrer do tempo e o que se observa é uma impulsão do foguete no intervalo de tempo inicial, a qual perpetua até 0,18s, quando o mesmo atinge a velocidade máxima, que corresponde no gráfico anterior a aproximados 2,2m de altura.

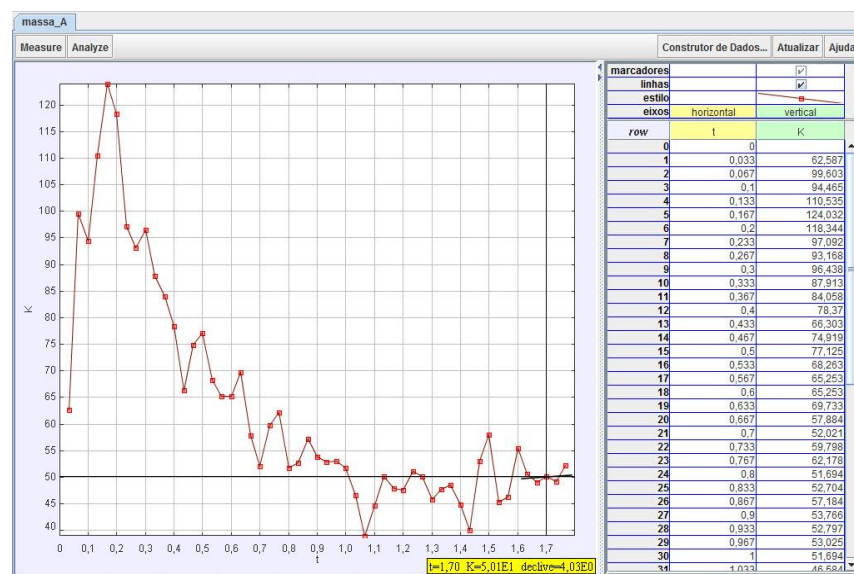


Figura 25 - Gráfico do movimento do foguete mostrando energia cinética versus tempo de movimento – autoria própria

O gráfico também trouxe a curiosidade da oscilação de energia cinética no decorrer do tempo, que contribuiu para o desafio de se identificar qual a causa da oscilação. Assim instigou a imaginação tentando explicar. Tal evidência representa interferência do ar no movimento, contribuindo para o estudante sempre considerar a resistência do ar nos movimentos, diferente da abordagem do estudo dos movimentos por meio de livros didáticos, que raramente evidencia o ar como elemento de interação com o objeto.

Além disso, o uso do Tracker em sala de aula facilita e permite explorar um pensamento crítico, mais próximo do fazer científico, no estudo de fenômenos que envolvem o movimento. Muitas vezes, o tempo exíguo e as condições desfavoráveis à realização de experimentos conduzem os estudantes a pensar, por exemplo, no caso do movimento parabólico, que “a natureza obedece a uma parábola”. Em contraste, o uso do Tracker possibilita que os estudantes percebam como se dá a construção do conhecimento científico em laboratório ao filmar os movimentos, visualizar e tratar os dados rapidamente, quadro a quadro. (BEZERRA JR et al.2012, p. 486)

4.3.5 – Período e Frequência

Nos movimentos dos foguetes vocês perceberam a existência de uma rotação simultaneamente a uma translação, assim como chamamos atenção para a rotação das hélices das aeronaves, num processo de ação e reação que leva a impulsão da aeronave. Agora, quais outros exemplos vocês tem de movimentos circulares?

(A₂₄) O movimento da Tampinha na garrafa é um movimento circular?

(P) Qual a contribuição do giro da tampinha na garrafa? O que precisa fazer para girar a tampinha?

(A₂₄) Precisa fazer uma força!

(A₁₃) Precisa!

(P) Força é normal ou tangencial? Normal é perpendicular a tampinha, na direção radial. E tangencial é fazer um carinho na tampinha.

(A₀₇) Tangencial

(P) Tem força tangencial sobre a tampinha?

(A₁₀) Tem.

(P) Que outro movimento circular você conhece?

(A₀₆) A roda.

(A₁₉) Que roda

(A₀₆) A roda do Carro.

(P) É importante entender o movimento da roda do carro?

(P) O movimento da roda do carro durante um percurso está parada?

(A₁₃) Como assim?

(A₂₄) Não!

(A₁₀) Não! Depende.

(A₀₇) Se for em relação ao carro ela está parada!

(A₁₃) É mesmo Se for em relação ao carro ela está parada!

(P) Um pontinho da roda está parada em relação ao para-lama?

(A₂₄) Que que é para-lama?

(A₁₀) Não está! Tem hora que aproxima do para-lama e tem hora que se afasta.

(P) O para-lama é a estrutura do carro que está logo acima da roda. Será que está em movimento ou será que está parado?

(A₀₇) Depende do referencial!

(P) Tem mais algum movimento circular que é importante?

(A₁₂) Motor.

(P) Motor de que? Do ventilador. Quantas voltas dá a hélice de um ventilador ligado numa tomada?

(A₀₇) Durante quanto tempo.

(P) Pode ser em 1 segundo. É uma pergunta pra ser respondida. Podemos dizer que dá 60 voltas por segundo? Vocês como expert em eletricidade, pode dizer qual a frequência da corrente alternada?

(A₃₆) É uma pergunta pra ser respondida.

(A₁₆) 60 hertz.

(P) O que se entende por hertz? Por exemplo, a frequência das ondas de rádio é de 92,3 Megahertz.

(A₁₉) O que significa isto?

(P) Mega equivale a quanto?

(A₁₉) 1 milhão.

(P) Então 92,3 Mega não é um milhão? Então o que significa.

(P) São 92.300.000 de voltas por segundo!

(P) Então voltas por segundo não é frequência?

(P) Então hertz é o mesmo que voltas por segundo?

(P) Isto pode se relacionar com movimento circular?

(A₁₉) O que é frequência?

(A₀₇) Frequente.

(P) Uma coisa frequente não é uma coisa periódica? O que é período?

(P) A terra dá uma volta a cada 24 horas! Então o que é frequência?

(A₁₀) 24 horas.

(A₀₄) Isto é período não?

(P) É período. Então, frequência é o número de vezes que um fenômeno se repete em certo intervalo de tempo. All right?

(A₁₉) All right.

(P) Sim. Posso matematizar esta definição: $f = n / \Delta t$.

(P) Então: a Terra dá uma volta, logo o n é igual a 1.

(P) Logo $f = 1 / \Delta t$ e variação do tempo não é o período.

(P) O que é período Jefferson?

(A₀₃) O tempo gasto para uma volta.

(A₁₀) Não sopra não Renato?

(P) Muito bem você aprendeu!

(A₀₇) Professor um ano é período!

(A₂₂) Tempo da Terra dar uma volta!

(P) Então o período equivale também ao tempo para um fenômeno se repetir. O equinócio de primavera, por exemplo, não acontece somente no mês de setembro?

(A₀₅) Equinócio?

(P) Sim, lembra-se da eclíptica? Do Sol, dia igual a noite.

(P) Então o período da hélice do ventilador é de $1/60$ s, pois é o inverso da frequência. Logo, quantas voltas ele realiza em 1 minuto.

(A₁₃) Se em um segundo é 60 voltas, então em um minuto é de 3600 voltas.

(A₁₉) Não uai, isso tudo não.

(A₃₆) É uai 3600 voltas.

(P) São 3600 voltas.

(P) E o Drone, tem hélices. Então é importante saber a frequência das hélices dos Drones? Um Drone somente tem uma hélice?

(A₁₅) Não.

(A₁₉) Drone o que é isso.

(A₁₂) Que os americanos usam pra filmar.

(A₂₅) Como filmar?

(A₂₃) Igual aquele de madeira que o Geraldo fez.

(P) Uma aeronave com várias hélices. As hélices dos drones podem ter frequências diferentes.

(A₀₈) Pode uai, quando ele gira.

(A₁₄) Quem quiser ter um drone, custa só 35 dolares.

(A₂₇) Então me dá um professor. Vou tirar muitas fotos.

(P) O motor de um drone gira com frequência 1200 rpm. Então qual frequência em hertz?

(A₂₃) Divide por 60.

(P) Passar de rpm para rps divide por 60!

(A₁₅) Repete, por favor, porque não entendi.

(A₂₃) 1 minuto são 60s então é só dividir.

(A₁₅) há! Entendi. No lugar do min substitui 60!

(P) Logo é a frequência do motor da hélice do drone de 20 hertz. O que é período mesmo?

(A₁₃) Tempo.

(A₀₈) Tempo gasto pra uma volta completa.

(A₂₇) Então que volta que tem no rádio.

(P) Acontece que toda onda é uma oscilação que representa uma volta completa e frequência é o inverso do período e período é o inverso da frequência e estas grandezas contribuem para o movimento circular.

(A₂₇) E uma oscilação.

(P) Bem olha pra este barbante. Não tem uma esferinha na ponta?

(A₂₇) Então é um pêndulo.

(P) Isso! Veja que se eu abandonar esta massinha aqui, depois que ela ir e voltar e chegar aqui equivale a uma oscilação, e se você analisar a sombra da massinha num vai e vem é o mesmo que um movimento circular.

(P) Então anotem aí: frequência é o número de vezes que o fenômeno/volta acontece em certo intervalo de tempo. Portanto vocês perceberam que este assunto é importante? Na próxima aula vamos retornar, falando de Movimento Circular e o Torque.

A partir da exploração dos conceitos de período e frequência, como uma aula de problematizações, sistematizou-se o conhecimento não somente de Período e Frequência, mas também de Movimento Circular Uniforme.

4.3.6 – Momento de Inércia e Momento Angular

Problematizações:

(P) Analisando a rotação do Lauro e da Gabriela o que pode dizer?



Figura 26 - Estudantes em prática de comparação do momento de inércia - autoria própria

(A₁₇) A Gabriela tem menor massa e, portanto gira mais!

(P) Quem tem maior massa, sofre maior rotação do que quem tem menor massa?

(A₁₂) Não, O Lauro tem maior massa, então ele gira menos. Tem inércia maior!

(P) O que é inércia?

(A₀₅) É a tendência.

(P) Então, a velocidade angular é menor, a frequência de rotação é menor, logo o Momento de Inércia é maior?

(A₀₅) Sim, o momento de Inércia é maior.

(P) Quando os braços não estão abertos o Momento de Inercia é maior ou menor?

(A₀₃) É maior, não é menor!

(A₀₇) Não o momento de inércia vai ser maior, gira mais uai!

(P) Do que depende o momento de inércia?

(A₀₃) Depende da massa, pois o Lauro tem massa maior do que a Gabriela.

(P) Percebem que abrindo os braços eu distribuo a massa para longe do eixo de rotação?

(P) Então, o momento de Inercia depende o eixo de rotação?

(A₀₃) Depende e quando fecham os braços a rotação aumenta!

(P) Em quais movimentos o momento de inércia interfere?

(A₁₇) Do helicóptero e também da tampinha da garrafa!



Figura 27 - Estudante identificando o momento angular e sua variação no giroscópio - Autoria própria

(A₁₂) Dos planetas, como Júpiter que tem maior massa!

(P) Então a massa e o momento de inércia tem alguma relação?

(A₃₃) Tem!

(A₀₃) O momento de inércia depende da massa?

(P) Repetindo o experimento. Preciso fazer muita força pra girar o Lauro?

(A₁₀) Claro uai!

(P) Então, se diminuir o momento de inércia eu aumento a velocidade angular?

(A₂₁) Se eu manter uma força constante tangente ao movimento do livro, vou manter a velocidade angular?

(P) Não, pois o Torque resultante não é zero!

(A₃₃) O que que é o Torque?

(P) É a força que eu faço no braço, matematicamente $F \cdot r$ (r é o comprimento do braço, o raio do giroscópio).



Figura 28 - Professor orientando estudante sobre a direção e sentido do momento angular- autoria própria

(A₁₀) Mas se eu faço uma força eu não tenho não é uma aceleração?

(P) Sim, mas neste caso você está pensando na translação e aqui nós estamos pensando no movimento rotacional, no Torque.

(A₀₄) Então o ângulo aumenta constantemente?

(P) Claro, por isso que temos o Torque braço vezes Força como sendo o causador da aceleração angular, variação da velocidade angular no decorrer do tempo, o alfa.

(A₀₃) Não entendi.

(P) Veja só, vamos repetir o experimento. Venha cá, sobe no disco Lauro

(P) Faço uma força na ponta/na mão do Lauro e ele gira/rotaciona. Então houve um torque, que é um vetor dado por braço vezes a força que fiz. Um vetor dado pela regra da mão direita, assim. Direção e Sentido pela regra do parafuso gira o primeiro vetor com os quatro dedos da mão direita e o dedão fica apontado no sentido do Torque.

(P) Este torque fez girar e construir um ângulo, mas este não foi constante. O ângulo cresce cada vez mais rápido, portanto, houve velocidade angular crescente e logo aceleração.



Figura 29 - Interação da aprendizagem sobre torque
Autoria própria



Figura 30 - Interação da aprendizagem sobre Torque
Autoria própria

(P) Agora, por exemplo, vamos fazer a força na porta e a Gabriela vai empurrar a porta no sentido oposto ao meu dedo.

(A₂₃) Porque a porta não girou?

(P) Porque o torque feito pela força da Gabriela num braço muito pequeno equilibra o torque feito pelo meu dedinho/ força pequena e braço grande.



Fígura 31 - Interação sobre Torque Resultante numa porta
autoria própria

(A₀₂) Porque a Gabi é fraca!

(A₃₁) Fraca!

(P) Olhe só a maçaneta, não está longe da dobradiça?

(P) Então, será que ela está aqui à toa?

(P) Por que a dobradiça não é no centro da porta, onde a Gabriela está com a mão?

(A₁₈) Pra não fazer tanta força!

(P) Veja que na rotação vale também as leis de Newton, pois quando a força resultante era nula a aceleração também era nula, agora no caso da porta tem um torque que pela regra da mão direita é pra cima e o outro é pra baixo. Então o Torque resultante é nulo, logo o Momento angular é constantemente nulo.

(P) Então existe a segunda Lei de Newton da Rotação. Se o movimento é circular uniforme o momento angular não muda, ele é constante e o torque resultante é nulo.

Figura 32 - Professor mostrando variação no momento angular - autoria própria



Sistematização:

(P) Vamos retomar a aula anterior com um voluntário sobre o disco giratório, aqui na frente. Muito bem Daniela veja que sua massa é próxima de 50 kg.

(P) mais um voluntário, por favor, de preferência um forte!

(A₁₀) Wendel!

(P) Sim, por favor Wendel, venha você que tem massa de aproximadamente 90kg.

Risos...

(P) Os demais prestem atenção no giro e meçam o tempo de giro.

(A₀₃) 9,72s

(A₁₅) 9,81s

(P) Daniela girou por 10 s aproximadamente! Uma volta são 2π radianos?

Professor Escreve no quadro branco.

(A₁₂) Qual a velocidade angular se o ângulo foi de uma volta: 2π e gastou 10s?

(P) $\pi/5$ radianos/s ou 36° construído em cada segundo.

(A₁₂) Qual a velocidade angular se o ângulo foi de uma volta: 2π e gastou 20s?

(A₂₀) $\pi/10$ radianos/s ou 18° em cada segundo.

(P) Então quem teve maior frequência de rotação teve maior velocidade angular?

(A₀₈) Teve!

(P) Qual sofreu maior torque?

(A₁₃) Torque!

(A₀₈) Daniela uai!

Esse diálogo procedeu a problematização inicial realizada, envolvendo a retomadas de algumas grandezas e sua compreensão, visando maiores esclarecimentos e a inserção dos conceitos de momento angular e de torque. O uso dos aparatos experimentais facilitou sobremaneira a compreensão do conceito, haja vista que uma representação vetorial, para muitos, é complexa. A contextualização, por meio do envolvimento dos alunos, em que a massa diferenciada de alguns alunos ficou visível na realização dos experimentos, mesmo que brincadeiras inesperadas tenham ocorrido, favoreceu a compreensão dos conceitos. Diante do zelo com que o professor age nas interações, ele consegue contornar possíveis transtornos, prevalecendo o processo dialógico e a significação conceitual.

Exemplos de Torques foram enfatizados nos eixos imaginários das Aeronaves, inclusive trazendo uma novidade, que é o fato dos aviões derraparem em pleno voo e despertando para possíveis ações/soluções que o piloto pode seguir para impedir a derrapagem.

Assim continua a sistematização do conhecimento explorando a ideia do CM de um corpo rígido (assunto que foi explorado com os foguetes), girando em torno de um eixo haverá: Velocidade Angular do Centro de Massa dada por $\omega = \Delta\theta/\Delta t$, então, a velocidade angular mede a rapidez com que um ângulo é construído.

Assim também já exploramos no MCU que a velocidade linear é dada por:

$$v = \omega \cdot r$$

Mas, a quantidade de movimento linear (momentum):

$$Q = m \cdot v,$$

Pode também ser relacionada com o raio da órbita/curva trazendo:

$$L = Q \cdot r = m \cdot v \cdot r = m \cdot \omega \cdot r^2,$$

Sendo m a massa do CM, v a velocidade linear do CM e então lembramos que o Torque (τ) é dado por:

$\tau \cdot \Delta t = \Delta L$ o que implica que se o torque resultante for nulo não haverá variação no momento angular (ΔL), significando que haverá uma rotação constante, com momento angular constante. Assim, podemos agora entender alguns torques e momentos angulares de partes das aeronaves, em torno de eixos imaginários como os das imagens que seguem.



Figura 33 - Aula de descrição dos Torques produzidos por acessórios da aeronave e aluno abaixando para não atrapalhar a filmagem. Autoria própria

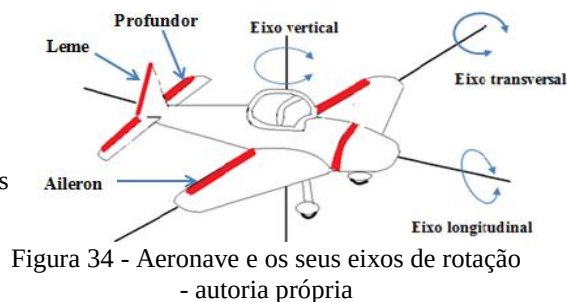


Figura 34 - Aeronave e os seus eixos de rotação - autoria própria

4.4 – Implicações do desenvolvimento da Sequência Didática

A Sequência Didática (SD) proposta nesta dissertação se estruturou a partir de um processo de interação, pesquisados-pesquisador, focado em teóricos de: metodologia de ensino de ciências, de perspectiva histórico-cultural, ciência-tecnologia-sociedade e teoria da dialogicidade, não se afastando dos documentos oficiais.

Por meio de temas, proposto na ideologia vigotskiana, pauta-se a SD na constante retomada de conceitos. O processo de retomada dos conteúdos acontece ao passar de um Tema para outro e também dentro do mesmo TM. Para tanto, se estabelece uma prioridade de explorar melhor determinado conceito que se percebe de difícil compreensão por parte dos participantes da pesquisa. A fim de melhor compreender se exemplifica, expondo os conceitos e algumas inserções dos mesmos ao longo da SD, nas Situações de Estudos.

Quando se recebem os participantes conforme descrito no capítulo anterior se procura um nivelamento contextualizado, trazendo as concepções da física como ciência experimental, tendo como uma das ferramentas as medidas e, já instigando o envolvimento dos alunos em atividades de medidas, conforme a SE 1.1 da tabela a seguir. Logo, buscando-se uma atividade prática de determinação do tempo de reação do ser humano e explorando a média aritmética, o cálculo do erro e o zelo pelas medidas. Nesta oportunidade recorre-se a situações concretas, como o tamanho de uma formiga e a possibilidade de dividi-la indefinidamente até chegar à espessura da membrana plasmática e/ou na dimensão atômica. É

para o aluno uma novidade e uma impossibilidade existir medidas infinitesimais, mas é oportuno abstrair a partir de situações concretas e delinear até o âmbito das dimensões do micro, nano, angstroms e outras. Assim também se extrapola o mundo cosmológico, não somente de tempo, mas de espaço, massa, volume e de velocidades astronômicas, entre as quais estão: parsec, unidade astronômica, anos-luz, velocidade da luz e velocidade de escape.

Assim, nesta concepção há apropriação das operações com potências, notação científica e normas de medidas igualmente explorando conceitos da física que serão necessários ao longo da SD.

A seguir, na tabela, se encontra o esboço da estrutura geral da SD desta pesquisa, conforme projetado, para o ensino da mecânica clássica e com oportunidades de inserção de outros conteúdos adjacentes, com potencial valor de contextualização. No incremento desta, a tabela apresenta alguns exemplos de problematizações sugeridas, as quais são promotoras do diálogo e da contextualização no processo de ensino e aprendizagem.

Tema	Tópicos	Assuntos abordados	Estratégias
1 - Lançamento de foguetes	1.1 - Medidas e Erros	- Medidas e Erros - Transformações de Unidades. Problematizações: Qual a relação entre uma Unidade Astronômica e o Anos-Luz? O que representa um objeto mil vezes menor do que o milímetro?	Contextualização com abordagem de grandezas como: Densidade, Volume, Massa, Pressão, força, Distâncias dos astros em Anos-Luz, Tempo, medidas astronômicas e espessura dos átomos e células. Esta se faz por meio de conhecimentos explorados não só no âmbito da física mas também em biologia, física, química e matemática
	1.2 - Densidade, Pressão, Empuxo.	- Teoremas de Stevin e Arquimedes. Problematizações: - Os corpos têm buracos? - Por que foguetes e aeronaves sobem? - Como os submarinos submergem?	Experimentos de análise de comportamentos de corpos na água, com as problematizações: os blocos de madeiras têm buracos?; as madeiras afundam ou boiam na água?
	1.3 - Campo Gravitacional e as Leis do Universo	- Campo Gravitacional, Campo Magnético e Campo elétrico. - Força Gravitacional e o Peso dos corpos. Problematizações: - Como a Terra sabe da existência da Lua e a atrai? - Por que os foguetes de PET param de subir?	Contextualização com problematizações sobre a deformação do espaço, sobre as órbitas dos Satélites, regiões de micro gravidades / importância dos foguetes de sondagem, atividade prática de deformação do espaço com visualização de algumas interações por espaços deformados.

2 - Esfera Celeste	2.1 – As camadas da atmosfera. 2.2 – Os planetas e o Sol 2.3 – O equador Celeste e os polos Celeste 2.4 – Coordenadas na Esfera Celeste e a eclíptica 2.5 – Superaglomerado de Galáxias	- A espessura da atmosfera. - Planetas Sólidos e Gasosos. - Solstícios e Equinócios - As Constelações e a idade das Estrelas. - As Galáxias Problematisações: - Qual a camada da atmosfera em que orbita as estações espaciais e os satélites? - Por que Plutão não é mais considerado um planeta? - O que aconteceria se o planeta Terra parasse de girar? - Por que o Sol tem a menor Magnitude?	1 – A contextualização se dá por observações do Céu, diurno e noturno e de investigação sobre Foguetes e Satélites e as Estações Espaciais – imagens no youtube Laboratório de informática com exploração do software Stellarium.
	Vetores e Operações Vetoriais	- Regras do Polígono e do Paralelogramo - Decomposição de vetores	Decomposição de vetor velocidade no início do lançamento de foguetes e nos planos inclinados.
3 - Aerodinâmica	3.1 – Movimento e Equilíbrio	- Movimento Circular Uniforme. - Período e Frequência. - Grandezas Angulares e Lineares. Problematisação: - No Movimento Circular Uniforme o momento linear é constante? - Todos os pontos de uma roda em rolamento estão em movimento?	A contextualização se dá com o uso de um pêndulo cônico, feito com um fio de nylon e um aeromodelo/planador com controle remoto, quando se busca dos alunos quais forças estão atuando, existem forças centrípetas, existem acelerações tangenciais, transformações de energias.
	3.2- Movimentos devido à gravidade terrestre	- Cinemática e Dinâmica dos corpos. - Deslocamento, Velocidade e Aceleração. - Movimentos de projéteis: Queda Livre, Lançamento Oblíquo. - Energia Cinética - As leis de Newton aplicadas nas aeronaves, no elevador, no plano inclinado. - Torque e o momento angular. Problematisações: - Existe conservação do momento linear num Tufão? - O que impede um avião de derrapar durante o voo?	Contextualização com o fenômeno dos relâmpagos e do som dos trovões, movimentos dos foguetes, o uso do Tracker para discutir a energia nos movimentos retilíneos e oblíquos, a resistência do ar e compreensão do funcionamento das aeronaves a partir da História da evolução da Tecnologia aeronáutica e compreensão da função dos elementos essenciais para o voo estável das aeronaves.

Tabela 2 - Sequência Didática explorada

Continuando a análise da SD, com os aportes da tabela e os temas de astronáutica, aeronáutica e astronomia, se aborda nas primeiras aulas a compreensão do aparato tecnológico, os foguetes, veículos de transportes de sondas/satélites que levam também

substâncias, alimentos e pessoas ao espaço. Os três pontos de referência dos foguetes nos levam a explorar os conceitos de pressão, campo gravitacional e massa, os quais, pelas leis matemáticas que os definem, possibilitam demonstrar o quanto estes se inter-relacionam, o que favorece a organização didática não fragmentada.

Compreenda-se que na abordagem do CG do foguete ou de aeronaves, o conceito de Campo Gravitacional foi abordado, ora com enfoque escalar, ora vetorial ou ambos. Isto se fez analisando-o no referencial planeta Terra, com sentido e direção para o centro do nosso planeta, assim como mostrando a variação escalar dependente da massa dos corpos celestes ou da aproximação/afastamento do centro do planeta ou do marco equatorial.

Também foi abordado ao explorar a pressão e mostrar a dependência desta com o campo gravitacional. Em algumas aulas destacou-se a aceleração da gravidade, influenciando movimentos como lançamento vertical ou oblíquo de um foguete ou looping de aeronave. No contexto vetorial explorando a força Peso (força gravitacional), o movimento de um elevador, como na aula que procura diferenciar massa inercial e massa gravitacional ou analisando as órbitas dos corpos celestes ou numa abordagem einsteiniana de Relatividade Geral, quando se procura explorar com os alunos os modelos cosmológicos, este numa concepção mais qualitativa. Assim também quando se mostra os sistemas conservativos de transformações de energia cinética em gravitacional, de subida e descida nos foguetes da AEB, abordando inclusive, as regiões de microgravidade. Sendo assim, o campo gravitacional é amplamente tratado quase que na plenitude do desenvolvimento da SD

Vale lembrar que a astronomia não está presente na grande maioria dos livros didáticos, mas é um conteúdo que tem sua justificativa e relevância como potencial promovedor da contextualização e aplicação de muitos conceitos da física. Diante da evidência que, por onde quer que se olhe, são percebidas interações de matéria devido ao campo gravitacional, principalmente no espaço interestelar.

O uso das TICs se mostrou ser, além de uma ferramenta optativa para as atividades escolares, parte integrante da convergência para o desenvolvimento social, histórico e cultural do indivíduo, as quais são estruturas para promover o desenvolvimento em potencial do saber e da intelectualidade, por isso valorizado no âmbito desta SD. Pelo questionamento feito aos alunos imediatamente antes de se explorar o Stellarium, notou-se que três dos alunos eram resistentes ao uso da Tecnologia Computacional, devido ao fato dos mesmos não terem até aquela fase de suas vidas o contato com o computador, nem em casa ou na escola e por isso

chegaram inibidos para o uso da máquina. No entanto, isto foi articulado pelo professor no desenvolvimento da SE, Esfera Celeste.

O software Stellarium como muitos outros que são ofertados, com o benefício de ser livre para instalação em computadores, se constituiu, no desenvolvimento desta atividade, um excelente laboratório de astronomia, capaz de aproximar o indivíduo do Universo em que vive, dando efetiva condição para que os estudantes possam perceber a sua grandiosidade e compreender diversos conceitos aplicados à astrofísica.

Verifica-se que, nas três SE do tema 1 exposto na tabela, os conceitos de força, pressão e campo estão sendo sustentados e, conseqüentemente, o de massa na exploração da densidade, da pressão, do peso/força gravitacional.

Conforme foi mostrado, a pressão dada pelo CP no tema 1 é diversificada segundo os seus sistemas, no interior de um foguete de PET ou VS ou VLS (região das empenas). Bem como trazendo um contexto da pressão atmosférica variando durante a subida destes Veículos, assim como o comportamento no interior de um reservatório de propelentes. Tal análise se faz procurando observar a pressão atmosférica ou no meio abissal, movimento dos submarinos em que se recorre ao teorema de Stevin. Lembrando o centro de uma galáxia como portadora de uma pressão termodinâmica intensa, permeando eventos de formação de estrelas, ou no caso de aeronaves/sondas/foguetes/ônibus espaciais, terem a necessidade de pressurização interna para voos em grandes altitudes. E outras situações de diálogos que surgem, como ao usar as ondas sonoras para contextualizar o conceito de velocidade se extrapolando para as oscilações de compressão e expansão dos gases.

Outro conceito que não é alheio ao princípio da abordagem continuada é o de força, em que desde o início da SD é explorado, na definição de pressão, na ação dos campos gravitacional, magnético e elétrico e com conseqüente abordagem dos efeitos da pela Segunda Lei de Newton. Chama-se atenção que as Leis de Newton são amplamente utilizadas, sem que o aluno perceba se tratar de primeira, segunda ou terceira lei. Isto se faz evitando rótulos que nem sempre são edificadores do conhecimento, mas que às vezes induz apenas a memorização sem reflexão.

No entanto há um momento, quando da abordagem do terceiro Tema, o da Aerodinâmica, em que se faz uma Sistematização de tudo que foi explorado em termos de forças e Leis de Newton no âmbito dos três Temas.

Também se compete refletir que a velocidade é usada no dimensionamento de anos-luz, de Unidade Astronômica, de movimento das missões espaciais Voyager, no filme com o satélite Sputnik, nos fenômenos de redshift (expansão das galáxias) ou blueshift, relâmpagos, nas atividades de interpretações gráficas do Tracker em imagens de foguetes, skate, aeronaves; assim como os conceitos de acelerado e retardado que se discute na mesma proporção.

Para responder ao porque começar uma SD a partir de um conceito de campo gravitacional, e não da cinemática como se propõe nos livros didáticos mais tradicionais, vem a ideia de que: os fenômenos naturais e artificiais são dependentes do campo gravitacional, o que facilita a compreensão deste conceito e dos conceitos adjacentes.

A falta de algum conceito ainda não trabalhado sempre foi preocupação de alguns professores da área de física e também de pais, os quais estão a comparar as atividades dos filhos com as de outras escolas de ensino mais tradicional e também por meio de livros didáticos. Para justificar a concepção adotada, a resposta se mostra na própria atividade desenvolvida, em que o participante vê conteúdos/conceitos até de séries mais avançadas e certificadas pelos livros didáticos, o que tranquiliza de certo modo alguns pais.

A pressão exercida por pais, professores e alunos também se manifestou durante o desenvolvimento desta SD, no entanto esta se amenizou pela abrangência da atividade, em que os próprios pais e também os professores, em algumas atividades de ensino, foram inseridos no processo colaborando com ações experimentais e abordando determinados conceitos.

Outro cuidado do pesquisador mediador é o de explorar os conteúdos, exercendo a arte de instigar um conhecimento vindouro, de modo a contribuir com uma retomada mais aprofundada do conteúdo, conforme a estruturação cognitiva e de conteúdo do educando/participante.

A cinemática vetorial é explorada ao se tratar de vetores e também ao se tratar das grandezas cinemáticas escalares, demonstrando a não fragmentação do conteúdo, assim como ao problematizar cada unidade curricular de ensino e também plano de aula. Não existe um pré-requisito pronto, mas o processo de problematização permite avançar e retomar os conceitos, além de conectar e desconectar os mesmos conforme orienta Freire num processo

de descodificação, codificação e recodificação ou como se orienta Vigotski (2000), que é pela linguagem que se aprende.

Importa-se chamar atenção que a organização dos conteúdos em torno de mecânica clássica não significa que a termodinâmica, a eletricidade, a ondulatória, a ótica não estejam sendo exploradas.

Na verdade quando se fala de campo gravitacional, se estende ao educando os demais campos: magnético e elétrico. Exploram-se também eventos astronômicos como: lentes gravitacionais, satélites, micro gravidade, estações espaciais e outros conhecimentos correlacionados.

Quando se processa o ensino de aceleração, a vertente é partir da existência de acelerações em fenômenos naturais (ação do campo gravitacional) e artificiais (aceleração por meio de máquinas). Depois, movidos pela descrição da tecnologia avança-se para as ligações químicas, aquecimento por conta das desacelerações do atrito, geração de energia cinética por meio de reações químicas dos propelentes dos foguetes. Ventilam-se opções de se ter um propelente feito com batatas e, portanto, necessita serem quebrados os aminoácidos, tal como no processo de digestão do amido pela amilase salivar, gerando fermentação e gases que se movem, colidindo/pressionando e impulsionando um foguete.

Em seguida se dá a saída da plataforma de lançamento com uma velocidade não nula e gradativamente ir perdendo velocidade ao longo da subida com consequente perda de energia cinética e ganho de energia potencial gravitacional e com transformação de parte desta energia em calor devido ao atrito com o ar.

A SD permite que os alunos sempre considerem em análise de movimentos a influência do ar, sejam nos foguetes, nas observações astronômicas, nas aeronaves, nos movimentos dos carros de fórmula I e em outros. Numa abordagem pautada em livros didáticos ocorre o oposto, os alunos raramente se pensam em fenômenos sobre influência do ar.

Observa-se que toda esta sequência, de fenômenos, de conceitos, de relações entre fenômenos ou entre conceitos, de comunicação entre grandezas ou também entre temas, contribui para um ensino não fragmentado, contextualizado, flexível, abrangente, atualizado, interdisciplinar, dialógico.

A metodologia dos três momentos pedagógicos se mostrou eficiente para direcionar o processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos, sendo a fase da problematização importante para dar significado ao aprendizado dos conteúdos científicos e tecnológicos e para estimular as interações. A aplicação/contextualização do conhecimento, terceiro momento pedagógico, contribui para explicar as problematizações e resgatar e conectar conceitos ainda desprendidos nos processos sociointeracionistas.

Esta proposta oportuniza boa significação do aprender fazendo, do ensinar aprendendo, do querer compreender, do querer falar, da dialogicidade, das interações com mediação por instrumentos ou por signos.

O lançamento de foguetes no início repercutiu com duas reações explícitas, sendo uma de bom resultado em que o estudante propôs melhorar sua base de lançamento e o próprio foguete e outra em que o estudante não acreditou na sua base e quando utilizada contemplou um bom resultado trazendo grande júbilo e contentamento.

Por outro lado, muitos outros não tendo feito uma base e nem foguete correu para providenciar material. Dentre estes, encontrei um grupo de meninos de periferia da cidade lançando foguete na praça da prefeitura (bem no centro da cidade). Para isto perderam um dia integral de aula se ausentando da escola, sem comunicar a instituição de ensino.

Compreenda que houve dedicação e se esforçaram para fazerem foguetes e lançamentos na praça. Isto é, estavam no centro da cidade, num local cercado de casas requintadas, prédios requintados, automóveis de todos os modelos, pessoas, trabalhadores, ônibus, comerciantes. Observa-se que não mediram as consequências de um possível acidente, apenas focaram em lançar foguetes.

Isso se verificou pelo professor pesquisador um tempo após o término das atividades na escola, que os encontrou motivados, carregando sua base, inclusive contendo vazamentos e seus foguetes estavam amassados. Acerca dos lançamentos que realizaram, eles disseram que *“não foi muito bom, mas vamos melhorar a nossa base e depois lançaremos novamente”*. Nessa ocasião, eles foram advertidos de que não poderiam perder aula para executar aquela atividade, pois os testes estariam sempre sendo realizados no âmbito da escola, em horários de almoço, devido os cursos serem em tempo integral e estes terem tempo para tal das 11h10min até 13h10min para atividades livres.

O envolvimento nas atividades de foguetes foi quase unânime, ficando de fora alguns que por apresentarem dificuldades de relacionamento não o fizeram. Depois de uma boa conversa estes vieram a se empenhar e dando a eles uma oportunidade estes também se envolveram na atividade e fizeram suas bases, seus foguetes, mudando inclusive de comportamento e começando a interagir com os colegas.

Foi observado um fato interessante, que mostrou a relação entre os alunos de uma das turmas de participantes da pesquisa, que estiveram a disputar a melhor base de lançamento, de modo que um grupo de alunos menos favorecidos não estava acreditando na eficiência de sua base de lançamento (plataforma simples). No entanto, por incentivo do professor, se empenharam em lançar o seu foguete e para surpresa geral, veio o regozijo, pois venceu a simplicidade conseguindo um alcance horizontal considerável.

As ações de interdisciplinaridade por meio das interações dos professores se deram com sugestões de reações químicas, concentrações de soluções e estudo da densidade. Assim como o professor de matemática trabalhou com as equações de primeiro e segundo grau espelhadas no lançamento de foguetes e na demonstração do ângulo de lançamento, o que contribuiu para a melhor compreensão dos conceitos de velocidades, aceleração, movimentos de projéteis. Estes foram trabalhados já no final do segundo trimestre letivo e, portanto a maturidade para aprendizagem foi um benefício. Igualmente aos professores de História que exploraram a história da aviação contribuindo para uma contextualização introdutória do estudo da SE relacionada com a aeronáutica e também com a História da Ciência abordando a revolução industrial paralelo ao desenvolvimento dos conceitos da física.

Apesar das interações entre os professores acontecerem, estas poderiam ter sido ampliadas, sendo de necessidade trabalhar a concepção de interdisciplinaridade entre os demais que não se dispuseram a interagir com os projetos.

Em termos da tecnologia, parte da cultura digital dos estudantes, foi explorada inicialmente com um questionário verbal, percebendo que uma pequena parte dos participantes não se interessaria por ensino por meio da tecnologia. A resposta se justificou devido à falta de hábito com a máquina e alguns por ainda não ter a oportunidade de usar as atividades computacionais e experimentais.

Quanto aos processos de avaliação destacam-se os relatórios das atividades que instigam a comunicação via escrita. Esta, segundo Vigotski (2000) a linguagem escrita exige uma ação consciente devido vir após a linguagem interior.

Este método manifestou mediante o professor conhecer as ideias de Vigotski, demonstrando algum aprendizado ao longo do desenvolvimento da SD, tendo em vista que os estudantes inicialmente não demonstraram habilidade com a pesquisa. No entanto, viu-se na estrutura de alguns relatórios certa organização até coerente pela faixa etária dos participantes, entre os detalhes observados estão a estrutura de uma folha de rosto, resumo já no estilo de um artigo, uma introdução e investigação de assuntos relacionados, considerações finais e a preocupação em informar a referência.

O desenvolvimento da SD envolveram momentos de interações no planejamento, nas contextualizações, nas construções, no desenvolvimento dos assuntos, nas avaliações do conhecimento e no ato da pesquisa. Sendo que se percebeu desenvolvimento observacional de quem não se prendia nas atividades de ensino, assim como desenvolvimento atitudinal (quem não tinha iniciativa passou a ter, quem utilizava de palavras depreciativas passou a moderar o vocabulário), assim como desenvolvimento de curiosidade de ingênua em crítica (quem não se observava com seriedade passou a dar sugestões de modelos tecnológicos), além de desenvolvimento de práticas de medidas.

A superação e não a ruptura se dá na medida em que a curiosidade ingênua, sem deixar de ser curiosidade, pelo contrário, continuando a ser curiosidade, se critica. Ao criticar-se, tornando-se então, permito-me repetir, curiosidade epistemológica, metodicamente “rigorizando-se” na sua aproximação ao objeto, conota seus achados de maior exatidão. (FREIRE, 1996, p.15)

CAPÍTULO 5

RESULTADOS DA INVESTIGAÇÃO REALIZADA

Para responder a pergunta: Qual a influência de abordagem das Sequências Didáticas com base em Temas Motivadores para o ensino e aprendizagem de física do ensino médio?, foram analisados os questionários, relatórios avaliativos e entrevistas de 38 alunos do primeiro ano de cursos técnicos, os quais, raras exceções, trataram com seriedade o processo de avaliação.

Tal atitude por parte dos alunos participantes da pesquisa transforma os dados abaixo em dados confiáveis, pois os mesmos foram bem esclarecidos sobre o motivo de se responder aos questionários, aos relatórios e às entrevistas. A partir destes elementos buscou-se estabelecer as “categorias de análise” em momento posterior ao do desenvolvimento da SD, as quais permitiram caracterizar, qualificar e, principalmente, compreender as influências da SD elaborada e desenvolvida nas aulas, tendo por base nos temas de Astronomia, Astronáutica e Aeronáutica.

As categorias envolvidas foram:

- 1 - A Conceitualização na SD.
- 2 – O uso da Tecnologia na SD.
- 3 - Contextualização e Interdisciplinaridade na SD.
- 4 – Abordagem Teórico-experimental na SD.
- 5 – Dialogicidade, Interações e Liberdade de expressão na SD.

1. A conceitualização na SD

Esta categoria de conceitualização, que trata da existência da contínua e imbricada abordagem dos conceitos e da conexão entre os mesmos, tem como base questões do questionário aplicado, entre elas:

Classifique os conceitos, de 0 a 10, quanto à frequência de estudo ou de qual mais se falou durante o ano: Gravidade, Pressão, Energia, Força, Movimento, Velocidade, Aceleração, Peso, Empuxo, Momento de Inércia, Momento Angular, Inércia.

A resposta a esta questão foi medida e apresentada no quadro seguinte, o qual mostra o conceito na coluna da esquerda e uma nota de 00 a 10 correspondendo respectivamente a: 0%, 10%, 20%... 100%, referindo-se a frequência que os mesmos conceitos foram discutidos, definidos, aplicados, abordados ao longo do desenvolvimento da SD. Assim, obteve quantidade de alunos que votaram em cada conceito conforme segue:

Conceito / Nota	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
<i>Gravidade</i>					3	5	2	10	5	5	8
<i>Pressão</i>	1		1	2	7	4	3	6	7	5	2
<i>Energia</i>	1		1	4	4	5	6	6	5	2	4
<i>Força</i>			1	1		2	2	3	6	4	19
<i>Movimento</i>			1			4	1	4	7	5	16
<i>Velocidade</i>						3		8	8	8	11
<i>Aceleração</i>						5	1	7	8	9	8
<i>Peso</i>				2	2	2	3	4	6	6	13
<i>Empuxo</i>		1		5	3	5	4	6	5	5	4
<i>Momento de Inércia</i>				1	1	6	4	9	9	3	5
<i>Momento Angular</i>			3	1	3	7	4	3	9	5	3
<i>Inércia</i>			1	2	2	7	5	5	6	5	5

Tabela 3 – Relação dos conceitos com a frequência de abordagem

A partir da tabela, foi construído um gráfico de colunas, obteve o que se segue. Este mostra para cada conceito um resultado da frequência em que cada conceito apareceu ao longo do desenvolvimento da SD.

Observando o gráfico a seguir, que descreve a tabulação, verifica-se da direita de cada conceito para a esquerda uma nota decrescente, correspondente a 10 (100%), 09 (90%)... 00 (00%) de frequência da abordagem do referido conceito e, assim detalhando cada conceito temos o índice de aparecimento dos mesmos:

Gravidade - Oito alunos indicaram 100% das vezes, cinco alunos 90% e cinco 80% das vezes. Para outros dez alunos o conceito foi explorado 70% das vezes. Isto mostra que dos 38 alunos, 28 identificaram uma boa frequência do uso do conceito gravidade/campo gravitacional, aceleração da gravidade. Mais de 70% das vezes.

Pressão - Dois alunos indicaram 100%, cinco alunos 90%, sete estudantes 80%, assim como outros seis indicaram que surgiu 70% das vezes e para três alunos 60%. Isto mostra que dos 38 alunos, 23 identificaram uma boa frequência do uso do conceito Pressão/pressão hidrostática, pressão atmosférica/pressão termodinâmica, logo no geral 60% das vezes.

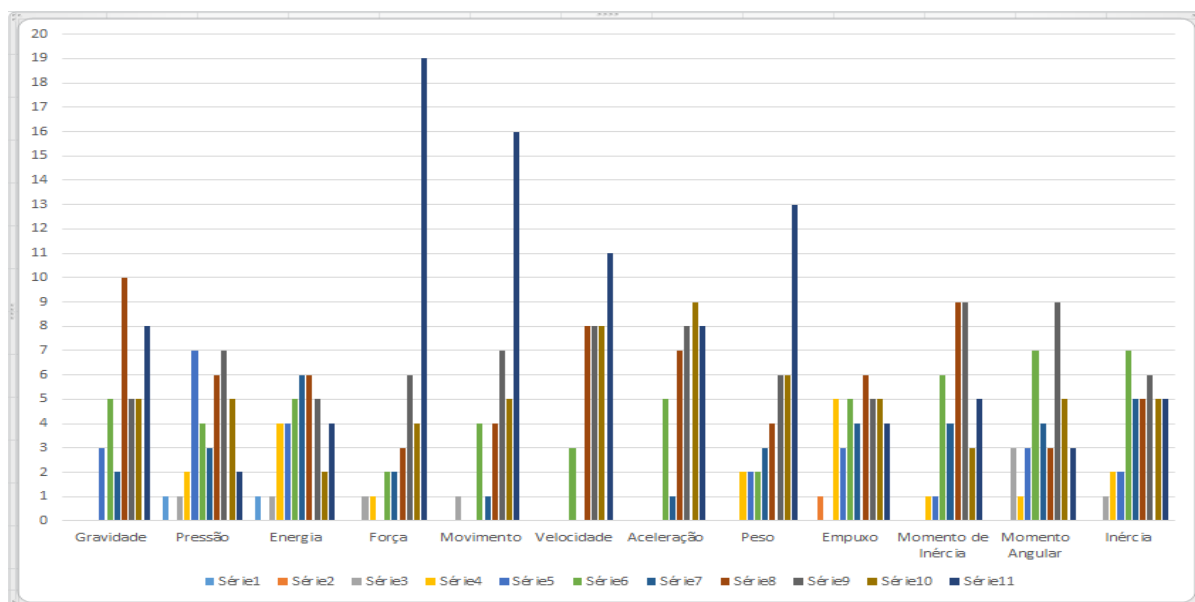


Figura 35 - Representação de conceitos explorados na Sequência Didática - autoria própria

Energia – Quatro alunos votaram em 100%, dois alunos 90%, cinco alunos 80% das vezes, enquanto outros seis alunos indicaram 70% e outros seis alunos 60%. Isto implicou que dos 38 alunos, 23 identificaram uma boa frequência do uso do conceito Energia/Energia Cinética/Energia Potencial/Energia Mecânica/Energia térmica e outras, representando uma abordagem acima de 60% das vezes.

Força – Dezenove alunos sinalizaram 100%, quatro consideraram 90% e seis alunos 80% das vezes, outros três alunos indicaram 70% das vezes e para dois outros alunos 60%. Significa que dos 38 alunos, 34 identificaram uma boa frequência de abordagem do conceito Força, Força Resultante, Força Gravitacional, Empuxo, Força de Atrito, Normal, Tensão, Força elétrica, Força Magnética, Força Centrípeta e Força de Arrasto. A média ficou acima de 70% das vezes.

Movimento – Dezesesseis alunos 100%, de exploração da palavra movimento e por cinco alunos 90%, para sete 80%, enquanto quatro alunos indicaram 70% das vezes. Isto agora indica que dos 38 alunos, 33 identificaram uma excelente frequência de abordagem do conceito movimento/movimento circular uniforme/movimento retilíneo uniforme/movimento

uniformemente variado e outros. Portanto o conceito movimento foi abordado em média acima de 70% das vezes.

Velocidade - Onze alunos indicaram 100%, oito alunos 90% , oito alunos 80%, outros oito alunos indicaram 70% das vezes. Isto já garante que dos 38 alunos, 35 identificaram uma excelente frequência de abordagem do conceito velocidade. Portanto o conceito velocidade foi expressivamente abordado sendo assinalado acima de 70%.

Aceleração – Oito alunos indicaram 100%, nove alunos anotaram 90%, oito alunos afirmaram 80% e sete alunos optaram por 70% das vezes. Mais uma vez predomina uma frequência de abordagem superior a 70% (o que representa 32 alunos dos 38 questionados). Isso significa que o conceito aceleração foi bem explorado.

Peso - Treze alunos indicaram 100%; seis alunos anotaram 90%; seis alunos afirmaram 80%, quatro alunos optaram por 70%; e três alunos indicaram 60% das vezes. Ou seja, 32 alunos dos 38 questionados mencionaram esse conceito. Mais uma vez predomina uma frequência de abordagem superior a 60%.

Empuxo - Quatro alunos indicaram 100%; cinco alunos anotaram 90%; cinco alunos afirmaram 80%; seis alunos optaram por 70%; e quatro alunos indicaram 60% das vezes. O que representa 24 alunos dos 38 questionados. Mais uma vez predomina uma frequência de abordagem superior a 60%.

Momento de Inércia - Cinco alunos indicaram 100%; três alunos anotaram 90%; nove alunos afirmaram 80%; nove alunos optaram por 70%; e quatro alunos indicaram 60% das vezes. O que representa 30 alunos dos 38 questionados. Predominou, portanto, uma frequência de abordagem superior a 60%.

Momento Angular - Três alunos indicaram 100%; cinco alunos anotaram 90%; nove alunos afirmaram 80%; três alunos optaram por 70%; e quatro alunos indicaram 60% das vezes. O que representa 24 alunos dos 38 questionados. Mais uma vez predomina uma frequência de abordagem superior a 60%.

Inércia - Cinco alunos indicaram 100%; cinco alunos anotaram 90%; seis alunos afirmaram 80%; cinco alunos 70%; e cinco alunos indicaram 60% das vezes. O que representa 26 alunos dos 38 questionados. Mais uma vez predomina uma frequência de abordagem superior a 60%.

Por meio da tabela e do gráfico foi possível perceber maior frequência de pontuação para os conceitos citados: acima de 60%. Esta análise não significa que apenas estes conceitos foram abordados no desenvolvimento da SD. Houve a citação de outros como densidade, leis de Newton, resistência do ar/atrito e anos-luz, que também apresentaram resultados semelhantes, estando em acordo com a categoria conceitualização na SD. Conforme Vigotski (2000, p. 408), a significação do conceito não é permanente, o qual muda no processo de desenvolvimento, não vinculado com a idade, mas numa estruturação dinâmica. Para a estruturação do conceito em termos de linguagem, num processo externo, recorre-se à origem da palavra, que por si só é uma generalização. De outro modo, a funcionalidade do significado do conceito/palavra está no pensamento, pois este é oriundo de diversificadas atividades das Funções Psicológicas Superiores, as quais se desenvolvem conforme as mediações e interações que ocorrem entre os participantes do processo.

Nesta SD as ações de ensino e aprendizagem em temas diferentes contribuem por exercitar, ora imaginação, ora atenção, ora percepção, abordando o mesmo conceito/palavra levando a pensamentos amadurecidos e múltiplos.

Essa relação é vista como um processo em desenvolvimento, que passa por uma série de fases e estágios, sofrendo todas as mudanças que por todos os seus traços essenciais, podem ser suscitadas pelo desenvolvimento no verdadeiro sentido desta palavra. Naturalmente não se trata de um desenvolvimento etário e sim funcional, mas o movimento do próprio processo de pensamento da ideia à palavra é um desenvolvimento. O pensamento não se exprime na palavra, mas nela se realiza... (VIGOTSKI, 2000, p. 409).

Nesta concepção é que uma definição inicial e semântica da linguagem se desenvolve. Assim, igualmente se amplia em termos físico/sonoro por caminhos diferentes e reflete no desenvolvimento do significado por meio do pensamento. Todos esses processos são promovidos na SD por mecanismos de retomadas dos conceitos em fenômenos físicos e em ambientes de contextualizações diferentes, ora na astronáutica, ora na astronomia e/ou na aeronáutica.

2. O uso da tecnologia na SD

Em relação à categoria de análise, que se refere ao uso da Tecnologia na SD, foram explorados o Tracker, Mapa Conceitual, Stellarium e correio eletrônico como tecnologias durante os processos de ensino e aprendizagem da SD proposta. Estas são evidenciadas a partir da questão abaixo e por alguns relatos, conforme segue:

Qual das tecnologias de informação e comunicação utilizadas nas aulas de física mais lhe agradou? Aponte razões para tal.

A questão respondida conforme o quadro seguinte evidencia a preferência pela tecnologia computacional Stellarium em relação às outras. Isto mostra que há uma influência do modo como foi explorada a tecnologia e devido ao fato do software explorar conhecimentos de astronomia, que são significativos em potencial para a aprendizagem na Sequência Didática.

Opção	Nº Respostas
Tracker	4
Mapa Conceitual	3
Stellarium	20
Internet	4
Todas	7

Tabela 04 - Tecnologias na Sequência Didática

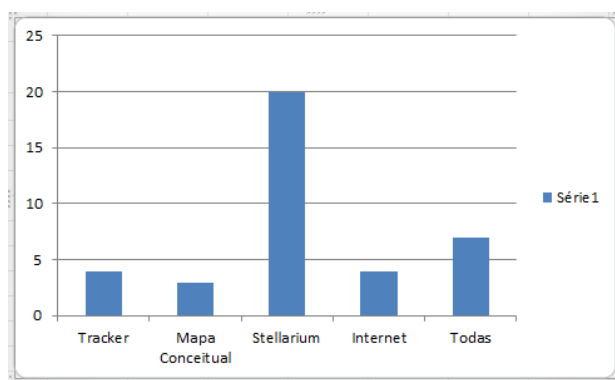


Figura 36 - Gráfico Tecnologia versus numero de respostas–
Autoria própria

Conforme Lorenzato,

Os recursos interferem fortemente no processo de ensino e aprendizagem; o uso de qualquer recurso depende do conteúdo a ser ensinado, dos objetivos que se deseja atingir e da aprendizagem a ser desenvolvida, visto que a utilização de recursos didáticos facilita a observação e a análise de elementos fundamentais para o ensino experimental, contribuindo com o aluno na construção do conhecimento. (LORENZATO, 1991 apud. SILVA, 2013, p.12)

Tal aceitação mostra que os participantes se envolveram e se interessaram mais por assuntos relacionados à astronomia em consonância com o uso da tecnologia. Assim como chama atenção para o Tracker, uma tecnologia computacional de Modelagem Matemática por meio de fenômenos da Física, a qual somente funciona associada com os aplicativos: quicktime e o xuggle.

O processo que leva de uma situação problema a um modelo matemático é chamado Modelagem Matemática. Porém, tem sido comum usar essa noção também para o processo inteiro, consistindo de estruturação, matematização, trabalho matemático e interpretação/validação (talvez muitas vezes repetido), como foi descrito. (VIECILLI, 2006, p. 26)

O uso do Tracker trouxe um aprendizado em termos de análise e interpretação de gráficos que descrevem movimentos, inclusive oportunizando aos alunos a percepção clara da influência do ar nos movimentos no âmbito da atmosfera terrestre. Por outro lado, foi identificado o aspecto da inclusão social de alunos, dos que se achavam excluído por terem uma convivência fora da escola com Skatistas, os quais evidenciam certo estilo de vestir, de falar e de interagir. Assim, foram convidados para utilizarem os Skates num vídeo e expondo o vídeo para modelagem. Eles puderam comparar o movimento, na rampa da escola, com um skatista sobre o skate e outro somente com a descida do skate. Comparando os gráficos perceberam diferenças entre gráficos que também se justificou pela resistência do ar maior no skatista do que somente na descida do skate, devido maior superfície de contato com o ar.

Outra ação por meio da tecnologia digital foi o correio eletrônico, o qual serviu para ampliar as interações, envolvendo envio/retorno dos relatórios do Stellarium, dos experimentos com foguetes e para leitura do livro “explorando o ensino”, que também oportuniza aos estudantes interagir com outras tecnologias computacionais, promovendo o desenvolvimento.

O meio ecológico no qual as representações se propagam é composto por dois grandes conjuntos: as mentes humanas e as redes técnicas de armazenamento, de transformação e de transmissão das representações. A aparição de tecnologias intelectuais como a escrita ou a informática transforma o meio no qual se propagam as representações (PIERRE LÉVY, 1993, p.84).

Baseado nesta abordagem é que se compreende o quanto as ações na SD, de inter-relacionar atividades da escola ao mundo da tecnologia digital, são benfeitoras do desenvolvimento cultural e social. Em consequência, mediante as interações digitais (como é o caso da internet) foi possível estabelecer um processo de interatividade que favoreceu as próprias interações entre pessoas e a sua constituição. Isso contribui pela apropriação da cultura digital, já vivenciada pela comunidade estudantil, no âmbito escolar, que, de certo modo, leva a um desenvolvimento cognitivo mediante troca de informações/diálogo com correções de ideias, conceitos, princípios e leis das Ciências. Isso ocorreu mediante relatórios, comentários, questionamentos como a de uma das estudantes que, desconhecendo parte da astronomia, confundiu o Sol com Antares e fazia análise de Antares como se fosse o Sol. Coube, neste instante, uma intervenção do professor mediador, que pôde retomar o assunto, decodificando o mesmo e dando novo encaminhamento, mediante diálogo em sala de aula, permitindo inserções mais aprofundadas sobre estrelas, planetas, galáxias, aglomerados.

(conforme resumo no Apêndice IV); simulador Phet Colorado³, para experimentos virtuais de física, química e biologia.

Além disso, no âmbito da sala de aula, conforme a dúvida do aluno ou mesmo do professor, o celular era utilizado para a investigação na web ou vídeogravação das aulas. Tal procedimento leva a uma ação educativa do uso do celular em sala de aula para fins de edificação do conhecimento e da subjetividade. Isso significa que a tecnologia na SD foi convergente para aprender e desenvolver um processo integrado com tecnologias.

[...] o uso do computador em um ambiente de aprendizagem pode e precisa extrapolar a automatização da transmissão de conteúdos programáticos. É dentro dessa perspectiva que surge o computador como uma ferramenta educacional, tal como idealizada por Seymour Papert (LIMA, 2009, pág.33).

3. Contextualização e Interdisciplinaridade na SD

A respeito da categoria de análise, a Contextualização e Interdisciplinaridade na SD, podem ser evidenciadas nas respostas dos alunos às questões que seguem:

- *Durante as aulas de física, você se lembra de ter utilizado o conhecimento explorado para construir algum conhecimento?*

Quando a atividade foi proposta, já sabíamos que aconteceria uma reação química entre o bicarbonato de sódio e o vinagre. A junção da química e física foi interessante, pois quando se pode trabalhar com duas matérias vistas no ensino médio, facilita a compreensão e em minha opinião torna o experimento mais interessante. (A₀₅)

Sim, passei a observar a ciência, principalmente o espaço procurando entender realmente como algo acontece. (A₁₄)

Sim, na mostra brasileira de foguetes que teve no começo do ano usamos muitos conhecimentos como a matemática nas funções, o ângulo, a pressão, o empuxo, as leis de Newton, a estabilidade. (A₁₅)

Sim, usamos para resolver problemas de matemática na matéria de volume, área e de funções. (A₁₂)

Sim, a física usada em um jogo de futebol, se o goleiro deve arriscar o canto ou não no penalte, na impulsão de uma cortada no vôlei. (A₁₁)

Sim, estou acostumado a assistir muitos documentários sobre tecnologia futura, sobre o universo e seus fenômenos, quando assisti alguma coisa compreendi melhor com assuntos abordados nas aulas de física. (A₀₉)

³. O PHET Colorado é um software que permite simulações interativas experimentais em ciências e matemática. Ele pode ser explorado offline, podendo ser baixado para o computador no seguinte endereço: https://phet.colorado.edu/pt_BR/

Sim, em geografia para calcular o fuso horário e as fases da lua, do Solstício e equinócio. (A₀₂)

Sim sobre movimentos circulares, sim porque os exemplos dados na sala de aula são muitos do que vivenciamos todos os dias e isso é bom. (A₃₄)

A pergunta foi respondida por 38 alunos, de modo que vinte três responderam que sim, caracterizando a SD como contextualizada e interdisciplinar, compreendendo mais de 60% dos alunos. Além do resultado e pautado nas respostas da questão anterior, a categorização na SD da contextualização e da interdisciplinaridade também pode ser evidenciada. O próprio escopo deste trabalho já propõe o estudo da física com a astronomia, a astronáutica e a aeronáutica. Tais vínculos compreendem constantemente conduzir os conhecimentos diversos interligados aos conceitos da física num viés de interdisciplinaridade.

Para melhores comprovações recorreu-se a mais uma interrogação cujas respostas são analisadas a seguir:

- As aulas de física instigaram em você o desejo de utilizar-se do aprendizado para relacionar com alguma situação extra-escolar?

Aspectos de evolução: Noção em infraestrutura de aeronaves; Noção da base da física; Desenvolvimento em química e suas reações orgânicas e inorgânicas; Trabalho em equipe; Noção em aeroespacia; (A₀₄)

Sim, a partir dos conhecimentos adquiridos nas aulas eu tive a curiosidade de ver o conteúdo na prática, como os lançamentos o próprio trabalho com os foguetes e conhecer um pouco mais e aprender sobre a gravidade. (A₀₂)

As aulas de física já me motivaram a ser astrofísico, só não quero mais, pois não confere comigo, acho que médico é mais a minha cara. (A₁₃)

Sim, alguns sobre queda livre são muito importantes, usar a velocidade de atingir o solo pra cavar um buraco. (A₀₇)

Sim, a física em geral está conectada com outras matérias como a biologia (pressão osmótica) e a química (reação química, densidade), astronomia entre outras e durante as aulas pude lembrar-me da pressão dada pela fermentação assim como nos foguetes. (A₁₆)

Vontade de utilizar o conhecimento de física para realizar análise nos jogos e descobrir a sua possível veracidade quanto à vida real. (A₀₈)

A importância e o entendimento quanto à interdisciplinaridade na prática pedagógica escolar podem ser vistos nas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica.

A interdisciplinaridade pressupõe a transferência de métodos de uma disciplina para outra. Ultrapassa-as, mas sua finalidade inscreve-se no estudo disciplinar. Pela abordagem interdisciplinar ocorre a transversalidade do conhecimento constitutivo

de diferentes disciplinas, por meio da ação didático-pedagógica mediada pela pedagogia dos projetos temáticos. (BRASIL, 2013, p. 184)

Observe que na concepção advinda dos documentos oficiais, a finalidade da contextualização e da interdisciplinaridade é promover o desenvolvimento de competências e habilidades, em termos de aprendizagem e de ação pedagógica. Significa apropriar-se de um conhecimento e modificá-lo/manipulá-lo em termos de exercício da cidadania, da realização de trabalho ou da transformação tecnológica no âmbito de diferentes disciplinas.

Nesta vertente é que os relatos apresentados pelos alunos e a abordagem já informada na própria estruturação das SE, mediante os diálogos videogravados e transcritos para esta dissertação, mostra a SD permeada de contextualizações e interdisciplinaridade, bem como aparatos tecnológicos explorados (astronomia, astronáutica, aeronáutica). Evidências disso vemos com os relatos de alguns alunos:

Entre muitas coisas que aprendi com o foguete, uma se destacou que foi a relação com física, posso destacar as lei de Newton que podemos observar, no foguete tem reação e com isso tem que ter uma ação, então, para toda ação tem uma reação que seria o exemplo do foguete saindo da base! (A₂₁)

Um dos efeitos da contextualização é o desenvolvimento da percepção e da significação dos conceitos relacionados ao funcionamento do aparato de estudo (foguete), como se viu no relato do A₂₁. Uma SD contextualizada contribui para aprimoramento do nível da homogeneidade intelectual, revendo o dito “ser menos” (Paulo Freire), de modo a terem uma visão mais abrangente da sociedade.

Já a fala a seguir dá um indicativo das interfaces estabelecidas com outras áreas, como da Química.

No geral eu consegui absorver bastante conteúdo, e me desenvolver não apenas em física, assim como mencionei anteriormente. Aprendi algumas reações químicas, como por exemplo, a da própria combustão que utilizamos no foguete em questão (Vinagre com bicarbonato) e isso gera interesse para buscar mais conhecimento sobre o assunto, o que faz com que você sucessivamente estude! (A₃₀)

Pelo que se vê nas falas dos estudantes, em conformidade com Pietrocola (2005), ao se desenvolver atividades interdisciplinares e de CTS, envolvendo estratégias de ensino diferenciadas, tende-se a favorecer as compreensões dos estudantes.

Por um lado, existe entre seus proponentes uma razoável concordância sobre a importância de se estabelecerem alterações de ordem metodológica que favoreçam abordagens interdisciplinares e interativas, paralelamente às mudanças relativas aos objetivos da educação científica. Por outro lado, isso tem levado a uma diversidade de estratégias de ensino refletindo o fato de que CTS não deve ser confundido com um método particular de ensino. (PIETROCOLA, 2005, p.189)

A concepção anterior vai de encontro ao que o aluno traz na conclusão do seu relatório de atividades a seguir, quando o mesmo mostra a metodologia utilizada alcançando os seus anseios e estendendo benefícios do aprendizado para as outras disciplinas: física/química, física/matemática.

Com os foguetes aprendi fatores muito importantes, não apenas na disciplina de física, mas sim nas matérias gerais de grade comum. Acredito que esse seria o principal fator da importância de realizar as atividades extras, propostas pelo professor, aprender além. Levar o conhecimento adquirido em sala para fora e conseguir aplicá-lo e localiza-lo na própria sociedade como um todo. É gratificante notar que com exercícios cinestésicos, nós conseguimos associar e interligar, química com física, por exemplo. Sou MUITO a favor da metodologia utilizada nessas aulas! No geral eu consegui absorver bastante conteúdo, e me desenvolver não apenas em física, assim como mencionei anteriormente. Aprendi algumas reações químicas, como por exemplo, a da própria combustão que utilizamos no foguete em questão (Vinagre com bicarbonato) e isso gera interesse para buscar mais conhecimento sobre o assunto, o que faz com que você sucessivamente estude! Não pude deixar de notar que para a conclusão dessa atividade, é necessário TESTES e mais TESTES... O ângulo que o foguete deveria ser lançado deve ter uma medida específica para que o mesmo seja lançado de forma adequada, medida de 45°. (A₃₅)

Assim como o relato de outra aluna a seguir:

Em minha opinião, esse trabalho foi muito importante para nosso conhecimento em física e química e o quanto o trabalho em equipe é importante. (A₃₆)

Quanto às tecnologias experimentais de exploração dos conceitos, houve também uma investigação através da pergunta a seguir:

Quais tecnologias utilizadas nas aulas de física mais lhe agradaram? Aponte razões para tal.

Opção	Nº Respostas
Foguetes	20
Stellarium	8
Aeromodelos	1
Todas	10

Tabela 05 - Tecnologias para Contextualização
Autoria própria

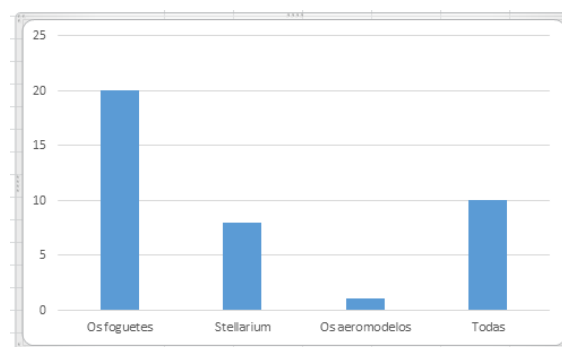


Figura 39 - Tecnologias versus número de respostas
Autoria própria

Diante do resultado exposto verifica-se uma boa aceitação das atividades de foguetes, a qual mostra o quanto foi significativa a referida abordagem em consonância com o ensino da física. Conforme resultado já apresentado sobre o Stellarium em comparação com outras tecnologias computacionais em outra investigação dentro desta mesma categoria percebe-se também a sua significação. Agora o aeromodelo também teve a sua aceitação, o qual na pergunta anterior pode ser validado por aqueles que consideraram todos os aparatos como passíveis de serem utilizados nos processos de ensino e aprendizagem.

4. Abordagem teórico-experimental na SD

A categoria de análise, dada como abordagem teórico-experimental na SD, pode ser caracterizada por produções dos alunos, como a conclusão final de um Relatório de um dos alunos:

Posso concluir que foi uma aula produtiva e que adquirimos bons conhecimentos, sendo assim, poderíamos repetir mais vezes para que isso se torne cada vez mais simples. As aulas “práticas” de física sempre ajudam muito nossa sala, assim como o exemplo do lençol descrevendo o campo gravitacional, do Stellarium e agora da aerodinâmica dos aviões. (A₂₆)

Também o relato seguinte indica um dos procedimentos da ação experimental, em que o aluno mostra a necessidade das repetições de fases no experimento e a necessidade de ações para a convivência social. Assim como o relato a seguir traz um contexto de entendimento de desenvolvimento pautado na Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Minha experiência com foguete me ajudou a descobrir que nem tudo que fazemos vai funcionar sem testes. Aprendi que temos que ser humildes em

pedir ajuda, não podemos fazer o que queremos e na hora que queremos tudo tem seu tempo.

Entre muitas coisas que aprendi com o foguete, uma se destacou que foi a relação com física, posso destacar as lei de Newton que podemos observar, no foguete tem reação e com isso tem que ter uma ação, então, para toda ação tem uma reação que seria o exemplo do foguete saindo da base. Aprendi que não tem como lançar um foguete sem fazer os testes básicos como, por exemplo, o angulo, tamanho da base, a medida de bicarbonato e vinagre. Meu foguete não foi onde eu queria, mas me deixou uma lição que ficou marcada, "Não faça nada sem fazer testes", "Não faça nada sem consultar alguém que lhe ajude", [...]. No decorrer do ano aprendi também que as pessoas ao meu redor também influenciam em minha vida e que só depende de eu escolher qual caminho devo seguir.

No relato anterior e no que se segue encontramos evidências de que o desenvolvimento dos estudantes é potencializado mediante a ajuda de alguém mais capaz. Conforme Vigotski (2003), quando trata sobre a Zona de Desenvolvimento Proximal, quando o estudante compreende aquilo que se precisa fazer com ajuda de alguém ele é capaz de avançar do nível de desenvolvimento real para o nível de desenvolvimento potencial.

Ou seja, fica nítida a importância dos testes para se obter êxito na tarefa. E mais uma vez conseguimos levar essa lição para fora da física e englobar tudo, de forma geral... Para se sair bem, é necessário de testes. Concluo dizendo que são de aulas assim que o futuro precisa aulas onde alunos de perfil cinestésico, auditivos ou mesmo visuais consigam abstrair o conteúdo... Pois, no caso do foguete, o professor, explorou na teoria tudo o que precisávamos saber, isso nos mostrou alguns vídeos de experiências onde se obteve êxito e outras nem tanto e respectivamente precisamos aplicar tudo aquilo que estudamos até então. (A₂₃, A₁₂)

Pelos relatos dá pra se perceber que os alunos que menos se envolveram nos testes experimentais também não foram bem sucedidos nos resultados de lançamentos de foguetes. As limitações nas atividades experimentais deixaram a entender que havia a necessidade da realização de mais experimentos e de entendimentos para se chegar a uma plataforma para lançamento eficiente, assim como a de foguetes com aerodinâmica satisfatória.

Na minha antiga escola, eu não havia aprendido absolutamente nada sobre física. Então quando a atividade do foguete foi passada, eu não tinha ideia de como seria. Essa atividade me mostrou que o trabalho em grupo é muito importante para que a atividade seja realizada da maneira correta. (A₀₄)

Pode-se perceber no relato anterior a importância das interações, da necessidade de troca de informações para o desenvolvimento do experimento e a compreensão dos conhecimentos a ele relacionados. Conforme Delizoicov e Angotti (1994, p.23), uma atividade experimental não precisa ser apenas aquela realizada no laboratório, mas pode envolver também a exploração articulada de conteúdos e de sua evolução histórica. A experimentação é sempre proposta e não vinculada necessariamente ao laboratório, pois acontecendo em outros ambientes permite um estímulo à curiosidade e à investigação experimental.

Em conformidade com esta concepção, a SD foi permeada pela prática experimental, seja no decorrer de problematizações, de sistematizações do conhecimento e no espaço fora da sala de aula. Isto significa valorizar o espaço ofertado pela escola, onde ocorrem as atividades experimentais de lançamentos de foguetes e de aeromodelismo. Baseado nas ações pedagógicas e experimentais apresentadas neste trabalho é que fica certificado o caráter teórico-experimental da Sequência Didática.

Compete também chamar atenção que os Três Momentos Pedagógicos contribuíram sobremaneira para o contexto teoria e experimentos em simultaneidade, conforme o que segue:

Considera-se mais conveniente um trabalho experimental que dê margem à discussão e interpretação de resultados obtidos (quaisquer que tenham sido), com o professor atuando no sentido de apresentar e desenvolver conceitos, leis e teorias envolvidas na experimentação. Desta forma o professor será um orientador crítico da aprendizagem, distanciando de uma postura autoritária e dogmática no ensino possibilitando que os alunos venham a ter uma visão mais adequada do trabalho em Ciências. (DELIZOICOV e ANGOTTI, 1994, p.22).

Neste contexto é que as tecnologias ligadas com a astronomia, aeronáutica e astronáutica ocupam um espaço nos processos de ensino e aprendizagem da física e de outras disciplinas na escola de ensino médio. Assim, o trabalho didático-pedagógico da SD em questão representa um processo para o desenvolvimento mais pleno do estudante, seja em termos afetivos, cognitivos e de formação da cidadania.

A significação da abordagem teórico e experimental está na enculturação dos estudantes em investigar e buscar soluções, como os relatos dos estudantes a seguir.

Professor fiz um teste em casa e resolvi colocar ao invés de bicarbonato de sódio o sal de eno e assim coloquei dentro de uma garrafa com rolha e segurei

a rolha, percebi que ela saiu como um foguete e me molhou. Mas o que me chamou a atenção é porque ficou gelada? (A₂₆).

Esse experimento não nos mostrou somente a reação química do bicarbonato de sódio e o vinagre como citada anteriormente, mas também nos mostrou que para que o foguete seja lançado tem que estar numa certa pressão e a base feita de canos pvc deve ser calculada e estar num ângulo certo de 45°. (A₁₂ e A₁₆)

Observe que a abordagem teórico-experimental não deve ficar apenas no campo de gerar soluções, mas também de gerar questionamentos, pois há na pergunta uma diversidade de possibilidades e para cada possibilidade uma argumentação e um olhar crítico, o qual leva ao desenvolvimento da subjetividade. O que vem de encontro com os documentos oficiais, que reconhece a experimentação como sendo,

parte da vida, na escola ou no cotidiano de todos nós [...] as atividades experimentais devem partir de um problema, de uma questão a ser respondida. Cabe ao professor orientar os alunos na busca de respostas. As questões propostas devem propiciar oportunidade para que os alunos elaborem hipóteses, testem-nas, organizem os resultados obtidos, reflitam sobre o significado de resultados esperados e, sobretudo, o dos inesperados, e usem as conclusões para a construção do conceito pretendido. (BRASIL, 2006, p.26)

É oportuno citar o volume de oportunidades que o estudante possui para desenvolver a atenção, a percepção, a imaginação diante dos experimentos com plataformas para lançamentos de foguetes e os foguetes em si. Pois os testes de lançamentos instigam os alunos a se interessarem mais nas atividades voltadas para a aprendizagem dos conceitos. No caso de alcance mal sucedido pelo foguete lançado o aluno analisa diversas variáveis de interferência no êxito do lançamento.

Entre as situações de análise estão: a pressão lida no manômetro (que não atingiu um ápice ideal para um alcance melhor); o volume do recipiente (não permitiu uma pressão acima de uma leitura já aferida); as concentrações de soluto (bicarbonato de sódio - não produziu dióxido de carbono necessário para uma pressão almejada); a fixação das aletas ou empenas (foi sem uma saia/cilindro de apoio para as empenas, gerando um torque numa direção oblíqua ao do translado do foguete); o CM ficou muito próximo do CG dificultando a translação equilibrada do foguete; o formato cônico do bico (não foi simétrico em relação ao eixo de rotação do foguete); uma massa muito pequena (faz o translado ser reduzido ou alterado pela força de arrasto contrária ou oblíqua ao movimento). Todas estas variáveis

promovem uma multiplicação dos processos de interações, de investigações e de transformações culturais e sociais.

Por meio das atividades experimentais houve o desenvolvimento na produção da escrita e dos relatórios. Comparando os primeiros relatórios, como o do Stellarium, apresentado no item 4.2, relativo a SE da Esfera Celeste com o representado no Apêndice V, ao final dessa dissertação. Percebe-se o último, mais recente, com estrutura mais coerente próximo ao de um formato acadêmico e também uma escrita melhor estruturada, tal como propõe Vigotski, discorrendo que somente com o fazer é que se desenvolvem as FPS.

5. Dialogicidade interações e liberdade de expressão na SD

Esta categoria foi assinalada, entre outras, por alguns dos aspectos considerados relevantes e já apresentados ao longo do texto desta dissertação, conforme segue:

Nos processos de problematizações, como as explicitadas nos diálogos das aulas registradas em vídeo e transcritas do capítulo quatro desta dissertação, em que as mediações instigaram a uma verbalização científica, sem menosprezar a popular, pois foram permeadas por concepções populares no incentivo para as interações e à dialogicidade.

O que mais chama a atenção neste sentido é o fato de existir uma interação constante entre as operações externas e internas, uma se transformando na outra sem esforços e com frequência, e vice-versa. Isto nós vimos com mais evidência no campo da linguagem interior, que, como estabeleceu Delacxoix, será tão mais próxima da linguagem exterior quanto mais estreitamente estiver vinculada a ela no comportamento, podendo assumir uma forma absolutamente idêntica por ser uma preparação para a linguagem exterior (por exemplo, quando se repassa mentalmente uma conferência a ser dada). Neste sentido, no comportamento não há efetivamente acentuadas fronteiras metafísicas entre o exterior e o interior, um pode se transformar no outro, um pode desenvolver-se sob a influência do outro. (VIGOTSKI, 2000, p.138-139)

O desenvolvimento da SD é permeado de interações, sendo o aluno instigado a falar sobre o que pensa, conforme o diálogo seguinte:

(P) Como as coisas caem? Ou melhor, que aspectos você considera importante destacar sobre coisas caindo.

(A₁₇) Caem para baixo!

(P) Para baixo?

(A₁₇) Sim ué, se eu solto um objeto ele vai para baixo.

(P) Se eu tiver um telescópio muito potente e observar lá da Lua você soltando esse objeto, ele vai cair para baixo?

(A₀₁) Sim.

(P) E se eu olhar um aluno na China?

(A₃₂) Ah, é tipo o que estávamos falando antes, né?

(Se referindo à discussão sobre referencias durante a discussão de velocidade relativa).

(P) Sim. Então como você pode dizer que as coisas caem sem ter que se preocupar com o referencial de quem observa?

(A₁₉) Elas caem em direção ao centro da Terra?

Mesmo que a fala nos diálogos nem sempre seja entendida como dialógica ou permeada de reflexões, há um esforço para a comunicação, diversificando estruturas quanto à linguagem interior que, por conseguinte, desenvolve o pensamento. Para Freire (1987, p.45), “O diálogo é este encontro dos homens, mediatizados pelo mundo, para pronunciá-lo, não se esgotando, portanto, na relação eu-tu.” Conforme se percebe nos diálogos as perguntas movem os conhecimentos, em que ora está se abordando conhecimentos da física, ora conhecimentos sociais, ora conhecimentos tecnológicos conforme se vê em trechos de diálogos de uma das aulas:

(P) À medida que afasta da Terra o g vai aumentando?

(A₂₃) O g gerado pela Terra acaba no infinito?

(P) Infinito ao quadrado leva a quê?

(A₀₃) infinito ao quadrado?

Esta prática dialógica realizada com os alunos leva para a enculturação do aprendiz no sentido de valorizar o quesito da “pergunta”, ao invés de se prender ao usual hábito de apenas responder perguntas do professor ou oriundos de outros recursos. Por exemplo, dois estudantes, que ao estudarem conjuntamente para uma avaliação, os mesmos priorizaram ações que buscavam o entendimento permeado mais por perguntas do que de respostas.

Assim como no diálogo do item 4.3.5 em que o objetivo era compreender o período, a frequência e o movimento circular, em que uma abordagem, tratando do movimento da roda de um carro, foi ao movimento dos corpos celestes, dos Drones/tecnologias, das ações do cotidiano escolar, de ações internacionais e outros.

(A₂₄) O movimento da Tampinha na garrafa é um movimento circular?

(P) Qual a contribuição do giro da tampinha na garrafa? O que precisa fazer para girar a tampinha?

(A₂₄) Precisa fazer uma força! [...]

[...]

(P) Força é normal ou tangencial? Normal é perpendicular a tampinha, na direção radial. E tangencial é fazer um carinho na tampinha.

(A₀₇) Tangencial

(P) Tem força tangencial sobre a tampinha?

(A₁₀) Tem.

(P) Que outro movimento circular você conhece?

(A₀₆) A roda.

(A₁₉) Que roda

(A₀₆) A roda do Carro.

(P) É importante entender o movimento da roda do carro? [...]

[...]

(P) E o Drone, tem hélices. Então é importante saber a frequência das hélices dos Drones? Um Drone somente tem uma hélice?

(A₁₅) Não.

(A₁₉) Drone o que é isso?

(A₁₂) Que os americanos usam pra filmar.

(A₂₅) Como filmar?

(A₂₃) Igual aquele de madeira que o Geraldo fez.

(P) Uma aeronave com várias hélices. As hélices dos drones podem ter frequências diferentes?

(A₀₈) Pode uai, quando ele gira.

(A₁₄) Quem quiser ter um drone, custa só 35 dolares.

(A₂₇) Então me dá um professor. Vou tirar muitas fotos. [...]

Do mesmo modo, por vários dos pesquisados/alunos, percebe-se ao longo da SD um comunicar além das fronteiras da física. Assim, destaca-se que o processo pedagógico conduz a aprendizagens diversificadas, devido ao grupo de alunos possuírem níveis de desenvolvimentos cognitivos heterogêneos. Tal contexto leva ao professor o esforço de explorar intensamente os diálogos, a fim de trazer no grupo da sala de aula o sentimento de

liberdade para expressar e dar sua opinião ou perguntar sobre algo. Observe o diálogo a seguir que confirma a assertiva:

(P) Você já ouviu falar em supersônico?

(A₃₃) Sônic é um bichinho azul que passa na televisão!

(P) O concorde é um supersônico?

(A₂₇) O que é barreira do som?

(P) Porque o som que você houve das suas palavras não é o mesmo som que outras pessoas ouvem?

(P) Porque o som que se ouve no celular numa mensagem de “Whatsap” da Julia para a Paula não é o som que você ouve da voz da Julia?

(A₁₆) A voz que eu ouço minha vem do meu cérebro e as pessoas ouvem a voz que sai das minhas cordas vocais!

No diálogo a seguir se percebe a prática da dialogicidade envolvendo estudantes e a prática da ação e reflexão.

(A₀₃) O momento de inércia depende da massa?

(P) Repetindo o experimento preciso fazer muita força pra girar o Lauro?

(A₁₀) Claro uai!

(P) Então, se diminuir o momento de inércia eu aumento a velocidade angular?

(A₂₁) Se eu manter uma força constante tangente ao movimento do livro, vou manter a velocidade angular?

(P) Não, pois o Torque resultante não é zero!

(A₃₃) O que que é o Torque?

Assim também se percebe uma contribuição com a metodologia a ser explorada, descrevendo-a como viável.

Numa visão libertadora, não mais “bancária” da educação, o seu conteúdo programático já não involucra finalidades a serem impostas ao povo, mas, pelo contrário, porque parte e nasce dele, em diálogo com os educadores, reflete seus anseios e esperanças. Daí a investigação da temática como ponto de partida do processo educativo, como ponto de partida de sua dialogicidade. (FREIRE, 1987, p.59)

Esta liberdade de opinar sobre como se deve processar a prática pedagógica é também um processo de dialogicidade na SD que perdurou por todo o tempo em que a SD foi desenvolvida. Muita das organizações de exploração dos conteúdos se deu por meio de

diálogos, como ocorreu com a SE de Esfera Celeste, em que o evento de Solstício no mês de junho motivou a compreender a eclíptica e o porquê do cintilar das estrelas conduziu a explorar a questão da magnitude dos corpos celestes.

(P) Tão logo o seu aparato e foguete ficar pronto, poderemos fazer os testes. Agora na próxima semana, na próxima aula vocês vão construir um projeto arquitetônico da sua base. Para isso você vai pensando, vocês vão organizando os grupos e procure já pensar como vai ser a sua plataforma/base de lançamento, como será o seu foguete, se de formato cone ou de bico com um modelo hemisférico ou paraboloide. Agora vamos chamar atenção para os foguetes produzidos pela NASA.

(A₃₈) Qual a função do foguete?

(P) Serve pra colocar o Satélite no espaço, como foi com o Sputnik.

(A₁₁) Somente pra isso que serve o foguete?

(P) Existem vários modelos de foguetes: VS (veículo de sondagem) ou VLS (veículo Lançador de Satélite). Vou ofertar pra vocês um livro distribuído pelo MEC, feito por engenheiros da AEB (Agência espacial Brasileira) chamado explorando o espaço, que conta toda a história da astronáutica e da astronomia.

(A₁₂) Pra que serve veículo de sondagem?

(P) Este foguete tem função de sondar a capacidade de lançamento de ônibus espaciais, satélites, e inclusive os engenheiros colocam substâncias para reagir que não conseguem se reagir em altas gravidades e precisam ser levadas para regiões de microgravidade, e lá elas reagem trazendo de volta uma nova substância. Não é interessante?

(A₄) O que é microgravidade?

As dúvidas sobre a microgravidade levaram a uma busca de recursos, de imagens na internet, artigos, hipertextos, para tornar o conceito mais significativo, e a entender a importância que as agências espaciais dão à região de baixa gravidade para realização de reações químicas ou ignição de motores em campos gravitacionais menos intensos.

Para finalizar este capítulo, buscamos colocar em evidência entendimentos dos alunos sobre a própria SD, tendo como ponto de partida a pergunta: Você modificaria esta sequência didática? Se sim, qual a ordem que você sugere e por quê?

Dos 38 alunos, 20 concordaram que a SD deveria ser a mesma e 18 que deveria ser modificada. A seguir constam algumas das sugestões feitas pelos alunos:

Trocaria astronomia por lançamentos de foguetes, pois seria melhor compreender a força gravitacional. (A₀₆)

Não, pois as atividades tinham tudo a ver com a matéria dada. (A₀₂)

Astronomia, Aerodinâmica e lançamentos de foguetes. Pois os novatos se assustam, ao logo iniciar o ano e construir um foguete e para melhor construção de foguetes era melhor ver a teoria antes e depois colocar em prática. Assim como se lê o manual antes para usar o objeto. (A₁₆)

Deixar a parte da astronomia para o final, pois é um assunto muito complexo e quando eu estudei não tinha uma maturidade suficiente para compreender totalmente o assunto. (A₂₉)

Colocaria Aerodinâmica em 1º, foguetes em 2º e para depois fazer foguetes com uma aerodinâmica melhor. (A₂₀)

Não, a sequência didática esta ótimo. (A₁₂)

Sim eu ensinaria aerodinâmica depois e lançamento de foguete e só depois astronomia. (A₃₃)

Sim, Astronomia, aerodinâmica, lançamento de foguetes. (A₃₄)

Aerodinâmica Astronomia Lançamento de Foguetes. (A₁₇)

Nesta ordem de ensino da para estruturar bem todo ou bastante do conhecimento durante o ano. (A₂₅)

Eu daria menos importância ao lançamento de foguetes Porque ficamos por um trimestre inteiro vendo isso e hoje estamos sem Tempo para conteúdos realmente importante. (A₂₇)

Aerodinâmica, foguetes Astronomia porque acho lógico. (A₀₁)

Astronomia lançamento de foguetes aerodinâmica. (A₀₉)

Sim sugeria aprender os conhecimentos de astronomia antes do lançamento de foguetes pois são conceitos que ajudariam bastante com o trabalho dos foguetes. (A₁₆)

Não modificaria achei que deu para explorar bem todas os conteúdos. (A₃₈)

Sim eu sugiro Aerodinâmica, Lançamentos de foguetes e depois astronomia. (A₂₂)

Não, pois isso mesmo que um dependa do outro, temos que entender que temos que pegar o mais fácil de se entender primeiro, e foi o que foi feito. (A₂₈)

Sim, Astronomia Aerodinâmica Lançamento de foguetes. Como o conhecimento durante ano eu acho que seria mais proveitoso trabalhar com foguetes por ultimo. (A₃₁)

Modificar para aerodinâmico lançamento de foguetes astronomia. (A₂₁)

Nestas sugestões se percebe o grau de flexibilidade da SD, e fortalece a concepção de que não há uma linearidade determinada na abordagem dos temas, pois os mesmos se inter-relacionam. Além disso, há a busca de valorizar a “vez e voz” dos estudantes, em concordância com Freire.

E é como seres transformadores e criadores que os homens, em suas permanentes relações com a realidade, produzem, não somente os bens materiais, as coisas sensíveis, os objetos, mas também as instituições sociais, suas idéias, suas concepções. (FREIRE, 1987, p. 52)

Que nota você dá para esta sequência didática?

Opção	Nº Respostas
<i>Fraca</i>	2
<i>Moderada</i>	18
<i>Forte</i>	18

Tabela 06 – Tabela do nível de aceitação da Sequência Didática – Autoria Própria

A pontuação assinalada pelos discentes mostra o quanto foi qualificada a SD envolvendo a astronomia, astronáutica e aeronáutica como assuntos de contextualização do ensino da física. Outra certificação das respostas é a confirmação obtida nas entrevistas em áudio, que em unanimidade todos pontuaram como uma Sequência Didática que trouxe muitos conhecimentos e que os mesmos se relacionaram com áreas diversas.

CAPÍTULO 6

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de construção deste trabalho foi orientado de modo a contribuir para uma visão da importância da estruturação didático-pedagógica por Situações de Estudo, com fins de desenvolvimento dos conceitos científicos, via edificação/transformação histórica, social e cultural.

A busca por maior qualidade na prática didático-pedagógica, mediante o planejamento e produção de recursos, inclusive pelos próprios estudantes, e sua utilização nas aulas, contribuiu para tornar os envolvidos (professor e alunos) agentes dinâmicos no processo, ou seja, autores. Igualmente os instigaram a querer aprender mais, como a significação dos diversos conceitos que possibilitaram aos mesmos uma melhor compreensão do próprio funcionamento dos aparatos que planejaram, produziram e testaram.

A extensão das atividades para o espaço externo ao da sala de aula e até mesmo no âmbito de suas residências contribuiu também para divulgação científica e valorização das ações escolares, envolvendo pais e outros cidadãos internos e externos à escola.

Foram obtidos resultados valiosos nos processos realizados, os quais foram permeados de interações, discussões/diálogos, aprendizado e desenvolvimento afetivo, cognitivo e motor, para além do componente curricular Física. Os estímulos que os estudantes tiveram/manifestaram para aprender a respeito dos assuntos da física, Química e Matemáticas contribuíram expressivamente para o desenvolvimento das atividades intelectuais, de compartilhamento de ideias, de memorização, de percepção, da atenção, da imaginação e da significação de conceitos.

Nessas interações, conforme Vigotski (1998), o adolescente coordena os fluxos dos processos psicológicos de formação dos conceitos mediante o uso das palavras e dos signos, através da real funcionalidade dos mesmos. Ao concluir a retomada dos conceitos foi possível ouvir de alguns estudantes que o conceito ficou mais bem compreendido. Isto nos levou a concluir que o processo de retomada de um conceito já explorado, no ato da retomada já

preexiste um desenvolvimento real da estrutura conceitual e que nas ações realizadas no viés da ZDP o desenvolvimento se tornou potencial. Por exemplo, quando o estudante reclama que é incapaz de montar um aparato e algum colega e/ou o professor orientador se propõe a ajudá-lo, indicando quais os passos a serem dados, é que se percebe que as bases de lançamentos e os foguetes constituem ferramentas que potencializam ações na Zona de Desenvolvimento Proximal. Isso contribui para que o estudante passe de um desenvolvimento real para o nível de desenvolvimento em potencial, o qual não possuía antes da realização e conclusão das ações didático-pedagógicas.

Nos processos de problematizações, as mediações instigaram a comunicação com concepções do cotidiano e desencadearam ações para que a linguagem científica fosse potencializada. A efetiva dialogicidade proporcionou o desenvolvimento de habilidade de interação no uso da linguagem falada, em que muitos dos estudantes, que outrora eram inibidos e pouco sociais, se desenvolveram, libertando-se e liderando ações.

Ao final das atividades os estudantes reavaliaram as ações e se viam como autores de projetos, de experimentos e de elaborações que englobam conhecimentos, pois das suas falas surgem expressões tais como:

(A₁₂) Vou fazer um foguete de dois estágios, um que o ejeta da base de lançamento e outro que o permite voar mais longe após já estar em pleno voo;

(A₂₆) Professor fiz um teste em casa e resolvi colocar ao invés de bicarbonato de sódio o sal de eno e assim coloquei dentro de uma garrafa com rolha e segurei a rolha, percebi que ela saiu como um foguete e me molhou. Mas o que me chamou a atenção é porque ficou gelada?

Vê-se nestas falas o exercício das FPS, da imaginação, do pensamento e da linguagem por meio de instrumentos e signos. Além disso, a abordagem dos conteúdos, identificados nas interações decorrentes, tanto do projeto arquitetônico quanto da construção e exploração didática dos aparelhos experimentais (bases de lançamentos de foguetes e foguetes), acaba sendo mais significativa do que as usuais metódicas sequências didáticas baseadas nos livros didáticos.

A investigação deixou evidente que participantes adquiriram uma linguagem científica diferente dos outros alunos que não se interessaram e nem se motivaram para a área científica. Pois se percebeu obtenção de melhores resultados em avaliações e desempenho em sala de aula. Estes foram identificados por posicionamentos de livre comunicação/ facilidade de

abordar os assuntos. De alguns dos estudantes que participaram se ouviu afirmativas sobre possíveis interesses em seguir carreira no Instituto Tecnológico da Aeronáutica, seguir carreira como astrônomo e também na área astronáutica.

Quanto aos conceitos, sua abordagem e significação, verifica-se que o Campo Gravitacional teve um caráter contínuo em todos os conteúdos explorados. Observa-se, também, que o ensino das forças em separado e depois em conjunto, dá sustentação para que os estudantes percebam a necessidade de identificá-las nos processos de compreensão de fenômenos e de enfrentamentos de problemas. Segundo Delizoicov e Angotti (1992), a estrutura e planejamento de uma Situação de Estudo de Ciências convergem por utilizar e conectar os conceitos unificadores e os conceitos particulares e as relações entre os conceitos.

A própria formação do professor/pesquisador contribuiu para com o trabalho interdisciplinar, devido a ter formação docente em duas áreas (licenciatura em Biologia e também em Física) e experiência, por certo tempo, como professor de Química e de Matemática. Isto contribui para problematizações, instigações, indagações em todas estas áreas, o que torna o processo de ensino-aprendizagem mais significativo para os alunos e mais fácil para o professor que consegue se comunicar relativamente bem com outras áreas, inclusive motivando os professores das outras áreas para um trabalho interdisciplinar.

O êxito deste processo também está no aspecto lúdico, desafiador e na metodologia de motivação adotada pelos professores mediadores e orientadores das atividades. O trabalho nos processos didático-pedagógicos permitiu observar as relações sociais, no compartilhamento de ideias/ criatividade, de pensamentos, de experiências. Dentre as contribuições obtidas pelos participantes e pelo pesquisador estão as advindas dos pais, dos profissionais da escola (professores, administrativos e funcionários de serviços gerais), e também dos empresários e dos funcionários de empresas, os quais se motivaram com as atividades.

Nesta proposta ocorreu o delineamento da Sequência Didática num ambiente de diálogo/interações dos participantes da pesquisa com mediações do professor pesquisador. A qual se categorizou pela busca de enfrentamento de problemas e valorização das contextualizações.

A abordagem teoria-experimental ajudou a estabelecer relações entre os conceitos explorados por diferentes disciplinas, como: a formação dos ventos e a influência nas aeronaves e foguetes, a visibilidade para aterrissagem e decolagem, a dimensão de uma

formiga com a dimensão da espessura da membrana plasmática, viagem num pacotinho de fóton com a viagem num foguete ou carro ou aeronave, a densidade dos corpos relacionando com a realidade dos espaços vazios nos corpos, a velocidade dos corpos, do som, dos brilhos dos relâmpagos em comparação velocidades de aeronaves.

As competências não são desenvolvidas pelos estudantes somente quando estão tentando aprender os conhecimentos em si, mas quando conseguem transformar os conhecimentos em outros, como no caso das bases de lançamentos de foguetes: que outra máquina pode ser esta plataforma ou este foguete? Que outro material se pode ter mediante o uso de aeronaves? Ou seja, o professor precisa promover a subjetividade da criatividade e da aprendizagem pelo fazer.

No quesito tecnologias, por exemplo, o uso do Stellarium para contextualização dos estudos de astronomia mostrou-se importante, mas as tecnologias computacionais não podem se constituir apenas em um instrumento de informação, precisa ser muito mais, o que se faz por meio da geração de problematização.

O trabalho geral contribuiu ainda para dar continuidade nas atividades profissionais, inclusive incrementando o aspecto de valorizar as perguntas, em acordo com Paulo Freire, a exemplo de: Em que posso transformar o conhecimento que possuo?

A investigação com abordagem de ensino e aprendizagem via Temas Motivadores, permitiu verificar que a Sequência Didática não é engessada, mas permeada de flexibilidades, teorias, experimentos, tecnologias e estratégias inusitadas de desenvolvimento de conceitos.

Enfim, o mestrado profissional trouxe contribuições em termos pedagógicos, acadêmicos e sociais. No contexto da ação pedagógica trouxe uma ação com reflexão no planejamento, na prática e nos resultados, não somente em termos didáticos, mas também nos processos de ensino e aprendizagem e da geração e ampliação de estratégias de avaliação.

O mestrado profissional também permitiu a busca de aprimoramentos epistemológicos e cognitivos no âmbito de áreas outrora não exploradas, como astronomia, cosmologia, psicologia. De outro modo, proporcionou a difusão o melhoramento e o desenvolvimento de experiências acadêmicas, por pesquisas, produções de artigos, participação em congressos e outros.

BIBLIOGRAFIA

Referências

- ALMEIDA, M. E. B. Educação e tecnologias no Brasil e em Portugal em três momentos de sua história. **Educação, Formação & Tecnologias**, vol. 1, n1, p.76, Maio, 2008.
- ANGOTTI, J. A. P. e AUTH, M. A., Ciência e Tecnologia: implicações sociais e o papel da educação. **Ciência & Educação**, v.7, n.1, p.15-27, 2001.
- ARAÚJO, M. C. P.; AUTH, M. A. e MALDANER, O. A. Situações de Estudo como forma de inovação curricular em Ciências Naturais. In: GALIAZZI, M.C; AUTH, M.; MANCUSO, R. (orgs.). **Construção curricular em rede na Educação em Ciências: uma aposta de pesquisa na sala de aula**. p. 337- 354, Ijuí: UNIJUÍ, 2007.
- AUTH e ANGOTTI, O processo de ensino-aprendizagem com aporte do desenvolvimento histórico de Universais: **a temática das combustões**. Ensino de Física, 2ª ed. Ed. da UFSC, p. 204, Florianópolis, 2005.
- AUTH, M. A. **Formação de professores de ciências naturais na perspectiva temática e unificadora**. UFSC, 2002
- BRASIL, MEC, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEF, 1999.
- _____. **Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica**: MEC, SEB, DICEI, 562p. 2013.
- _____. **PCN+ ensino médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Vol. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC/Semtec, p. 55-57, 2002.
- BRITES, I. e CÁSSIA, R., de Pensamento e linguagem. **Revista Lusófona de Educação**, n. 22, p. 179-184, 2012.
- DOLZ, J., e SCHNEUWLY, B., **Gêneros orais e escritos na escola**/tradução e organização Roxane Rojo e Gláís Sales Cordeiro. *Campinas, SP: Mercado de Letras*, 2004.
- DELIZOICOV, D. e ANGOTTI, J. A. P., **Metodologia do ensino de ciências**. 2 ed, São Paulo: Cortez, 1992.
- FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997.
- _____. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- _____. **Educação como prática da Liberdade**. Rio de Janeiro; Paz e Terra, 1980.
- LÉVY, P. **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática**. Tradução de Carlos Irineu da Costa. São Paulo. Ed. 34, 1993
- _____. **Cibercultura**. Tradução de Carlos Irineu da Costa. São Paulo: Ed. 34, 1999.
- LIMA, M. R., **Construcionismo de Papert e ensino-aprendizagem de programação de computadores no ensino**. In, <http://www.ufsj.edu.br/portal->, acesso em julho de 2014.
- LIMA, A. L. I; ROSENDO, R. **Séries finais do ensino fundamental: o papel das TIC na etapa mais desafiadora do ensino básico**. Disponível in. <http://www.qedu.org.br/brasil/taxas-rendimento/>>. Acesso em: 01 mar. 2016.

- LOPES, A. C. Os PCNEM e a submissão ao mundo produtivo: O caso do conceito de contextualização. **Revista Educação e Sociedade**. Campinas, vol. 23, n. 80, p. 386-400, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/es/v23n80/12938.pdf>
- MALDANER, O. A.; ZANON, L. B. Situação de Estudo: uma organização do ensino que extrapola a formação disciplinar em Ciências. **Espaços da Escola**, v. 11, n. 41, p. 49-54, 2001.
- NARDI, R., **Memórias da educação em ciências no Brasil**: A pesquisa em ensino de física. UNESP – Bauru -SP, 2005. http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol10/n1/v10_n1_a4.htm, acessado em 11/08/2014.
- NOGUEIRA, S.; FILHO, J. B. P e SOUZA, P.N. **Astronáutica**: ensino fundamental e médio – Brasília : MEC, SEB; MCT; AEB, 348 p., 2009. (Coleção Explorando o ensino; v. 12).
- NOGUEIRA, S. e CANALLE, J. B. G., **Astronomia**: ensino fundamental e médio: MEC, SEB; MCT; AEB, 232 p., 2009. (Coleção Explorando o ensino; v. 11).
- PIETROCOLA, M. **Ensino de Física**: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora. 2ªEd.rev. – Florianópolis. Ed. Da UFSC, 2005.
- ROSA, C. W.; FILHO, J. P. A., Estudo da viabilidade de uma proposta didática metacognitiva para as atividades experimentais em física. **Revista Educação e Ciência**, vol 20, n1, Jan/Mar 2014.
- ROSA, P. R. S., **Uma Introdução à Pesquisa Qualitativa em Ensino de Ciências**. UFMS, 2013. Acesso em: 10/01/2016, <http://www.paulorosa.docente.ufms.br/>
- SANTOS, M. E. V. M., Cidadania, conhecimento, ciência e educação cts. Rumo a “novas” dimensões epistemológicas, **Revista Iberoamericana de Ciência, Tecnologia y Sociedad – CTS**, vol. 2, n. 6, diciembre, p. 137-157, 2005.
- SILVA, J. A. V. O uso de programas computacionais como recurso no ensino-aprendizagem da geometria. **XI Encontro Nacional de Educação Matemática**, Curitiba – Paraná, Julho de 2013.
- TAVARES, R. Construindo mapas conceituais. **Ciências & Cognição**, Vol. 12, p. 72-85, 2007.
- VIECILI, C. R. C. **Uma proposta para o ensino da matemática**. Porto Alegre: PPGECEM, PUCRS, 2006.
- VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. 6ª Ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.
- _____. **A construção do pensamento e da linguagem**. 1ª Ed. São Paulo: Martins Fontes, 2000.
- ZUIN, V. G., FREITAS, D., OLIVEIRA, M. R.G. e PRUDÊNCIO, C. A. V., Análise da perspectiva ciência, tecnologia e sociedade em materiais didáticos. **Ciências & Cognição**, Vol. 13 (1), p. 56-64, 2008.

Bibliografia consultada

BUCUSSI, A. A. **Introdução ao conceito de energia**. Textos de apoio ao professor de física. Porto Alegre, v.17, n.3, 2006.

CASTRO, R. S. e CARVALHO, A. M. P. **História da ciência: investigando como usa-la num curso de segundo grau**. Florianópolis: Caderno Catarinense de Ensino de Física. V. 9, n.3: p.225-237, 1992.

CHAVES, N. S.; **Por que Ensinar Ciências Para as novas Gerações?**, Ijuí/RS: Editora Unijuí, nº.77, jan/jun. 2007.

DELAUNAY, G. J. ; Novas tecnologias, novas competências. Curitiba: **Revista Educar**, n. 31, p. 277-293, 2008.

DIAS, P. O., AGAMENON, R. E. **A evolução do conceito físico de trabalho no contexto das Máquinas** Rio de Janeiro: UFRJ - Tese de doutorado, 2006.

GASPAR, A. **Física**. São Paulo: Ática, 2010.

GREF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física) - **Leituras de física**. São Paulo: IF/USP

LUDKE, M. e ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. São Paulo: E.P.U., 1986.

MARTINS, J. C. Vigotski e o papel das interações sociais na sala de aula: reconhecer e desvendar o mundo. **Revista Idéias**, São Paulo, n. 28, pp.111-122, 1997.

MOREIRA, M. A., **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. UFRGS 90501-970 Porto Alegre - RS, Brasil

NUSSENZVEIG, H. M., **Curso de Física Básica**. SP, Edgard Blücher, 1988.

OLIVEIRA, M. K., **Vygotsky Aprendizado e desenvolvimento: Um processo socio-historico**. 2012. <https://www.youtube.com/watch?v=R3iGu2Gw454>, acessado em agosto de 2014.

RABELLO, E. T. e PASSOS, J. S. **Vygotsky e o desenvolvimento humano**. Disponível em <<http://www.josesilveira.com>> . Acesso em julho de 2014.

ROSA, P. R. S., **Uma introdução a pesquisa qualitativa em ensino de ciências**, UFMS, 2013

RUDOLPH, J. L., **PSSC in Historical Context: Science, National Security, and American Culture during the Cold War**, American Association of Physics Teachers, 2006.

SERRA, A. P. G., **Convergência tecnológica em sistema de informação**, Ver. Integração, 2006, ano XII disponível em: ftp://ftp.usjt.br/pub/revint/333_47.pdf Acessado em 21/07/2014



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
MESTRADO PROFISSIONAL**



Tutorial de atividade de Ensino de Física apoiada por foguetes artesanais

Enilson Araújo da Silva

Produto do mestrado profissional apresentado ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Ensino de Ciências e Matemática. Linha de Pesquisa: Ensino e Aprendizagem em Ciências e Matemática.

Orientador: Professor Dr. Milton Antônio Auth

Março, 2016

APÊNDICE I

TUTORIAL DE ATIVIDADE DE ENSINO COM FOGUETES ARTESANAIS

Introdução

Este tutorial tem como base um projeto didático-pedagógico para utilização em atividades de ensino interdisciplinar, envolvendo as disciplinas de física, matemática, química, história, geografia, astronomia, astronáutica e outras. Este foi desenvolvido para ser usado como fonte de aprendizagem e de socialização.

A atividade concernente a esta proposta de planejamento, construção, teste e concorrência admite uma diversidade de processos de interações e dialogicidade. Esta contribui para melhorar a significação de conceitos e geração de inovações pedagógicas.

Como sugestão, inicia-se a atividade instigando o estudante a entender aparatos da indústria astronáutica: foguetes, satélites, estações espaciais, sistemas de posicionamento global, sondas espaciais, ônibus espaciais. Para tanto existem filmes e artigos relacionados. Em seguida, proponha uma discussão sobre qual a base de lançamento de foguetes é mais eficiente, assim como qual modelo de foguete (apresentando imagens ou bases já construídas e sugeridas), proporciona melhor alcance horizontal, como as da figura 1 a seguir:



Figura 1 – Modelos de Bases de Lançamentos de Foguetes e Foguetes de PET – autoria própria

Sugere-se, também, que cada grupo de alunos faça um projeto de construção de base e de foguetes para posterior lançamento.

Após providenciar material para construção proponha que o grupo efetive a construção das bases e foguetes (no mínimo três foguetes). Para finalização são realizados testes /lançamentos, visando melhorar as bases/plataformas e os foguetes construídos e corrigindo vazamentos de propelentes, ângulo, aerodinâmica dos foguetes. A conclusão do trabalho pode ser uma competição de qual grupo obtém melhor alcance horizontal e uma premiação aos que obtiverem os melhores resultados (talvez uma viagem a um museu de ciências).

Em resumo:

- a) Idealização de um projeto arquitetônico de bases e foguetes artesanais;
- b) Construção das bases e foguetes artesanais.
- c) Testes de lançamentos e observações da ação de força, torque, equilíbrio, pressão, transformações de energia, velocidades, reações químicas, lei da ação e reação e outros conceitos relacionados.

Descrição da construção de base de Lançamentos de foguetes de garra PET

A base a ser construída é apresentada na figura 2 e os materiais usados na atividade, para um único grupo, contendo 03 ou 04 alunos estão na tabela 1 a seguir:

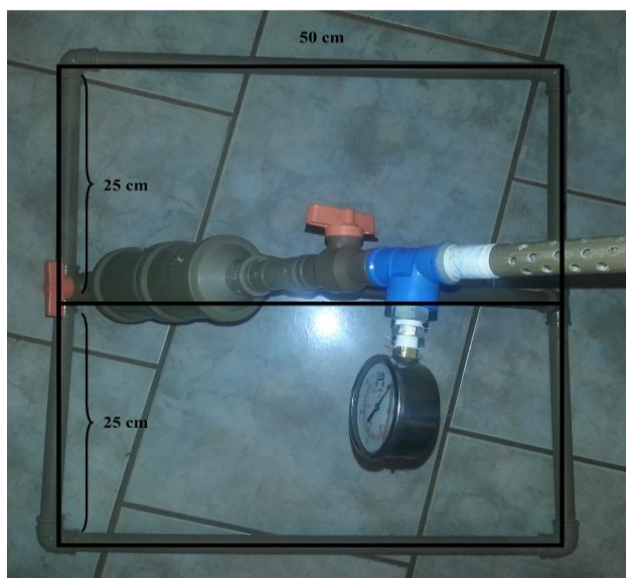


Figura 2- Plataforma para lançamentos de foguetes PET - Autoria própria

QUANTIDADE e MATERIAL	MATERIAL	QUANTIDADE e MATERIAL	MATERIAL
20 cm de Tubo PVC 50 mm		02 Torneira/registros/ válvulas de 25 mm	
3,0 m Tubo PVC 25 mm + 30 cm Tubo PVC 20 mm		01 unidade Buchas de redução de 25 x 20 mm	
04 unidades Redutores de 50 mm para 25 mm + 04 unidades Luvas Soldável de 50 mm		03 unidades T soldável 25mm + 01 unidades T soldável c/ rosca para manômetro	
04 unidades Joelhos 90° de 25 mm		01 pote Adesivo p/ Cano PVC de 175g	 http://www.lojadomecanico.com.br/produto/71590/32/235/adeseivo-plastico-para-pvc---175g
01 unidades Manômetro de pressão de 200 psi	 http://pt.aliexpress.com/glycerin-gauge_reviews.html	03 unidades Mass Epóxi pacotes de 50g	
02 folhas Lixa para cano		01 unidade Suportee lâminas para serrar (seguetas).	
10 unidades Abraçadeiras Nylon - enforca gato		01 unidade Esparradrapo de 2,5cm largura, fita isolante preta.	
01 Abraçadeira		10 unidades Vinagre de 750 ml + Bicarbonato de Sódio 50 g	Cada Lançamento utiliza-se uma unidade de vinagre com uma de bicarbonato

Tabela1 – Lista de materiais para construção de plataformas

As estruturas, bases para lançamentos de foguetes, podem ser modificadas, variando o tamanho ou quantidade de reservatórios para propelentes, um ou dois reservatórios, separados por válvulas/registros, de modo que em um reservatório seja colocado uma solução aquosa de bicarbonato de sódio e no outro reservatório o vinagre. Também o foguete de PET pode ser fixado na base com certa quantidade de vinagre, cujas concentrações dependerão do modelo da base, podendo ter o volume dimensionado proporcional às relações entre soluto e solvente, via aula de química ou, definido por meio de testes experimentais. Este é caracterizado por testes de lançamentos, os quais serão realizados conforme o zelo e dedicação de cada grupo, até atingir o melhor desempenho.

Um modelo de bases para lançamentos de foguetes e que tem proporcionado êxitos nas atividades de lançamentos de foguetes é o representado abaixo. Apesar do foco mais interessante é fazer foguetes com caráter inovador e reações químicas no âmbito do foguete.

A base em si permite uma praticidade no lançamento, podendo ainda ser toda a reação química processada no interior do foguete. Para isso resta apenas abrir o registro/torneira e tombar a base aguardando o escoamento da solução para dentro do foguete e fechando o registro para não ocorrer retorno da solução e em seguida deixar toda a reação no interior do foguete.

Sendo assim vamos ao passo a passo para à construção da base de lançamentos e de foguetes:

1 - Projeto arquitetônico

Primeiramente faz-se o projeto arquitetônico como o abaixo representado, indicando todas as medidas necessárias, conexões e posicionamentos de registros/válvula, manômetro e foguetes. Se não houver recursos financeiros suficientes, pode se construir bases de lançamentos de um único modelo, pois a aerodinâmica do foguete é um dos principais diferenciais para o melhor alcance horizontal. No caso da base a pressão também interfere, mas a atividade não fica penalizada se as bases forem de um mesmo modelo.

Estrutura alinhada ao solo que dá sustentação à base

A parte que toca o chão consiste em um quadrado de 50 centímetros de lado, conforme figura 3 a seguir.

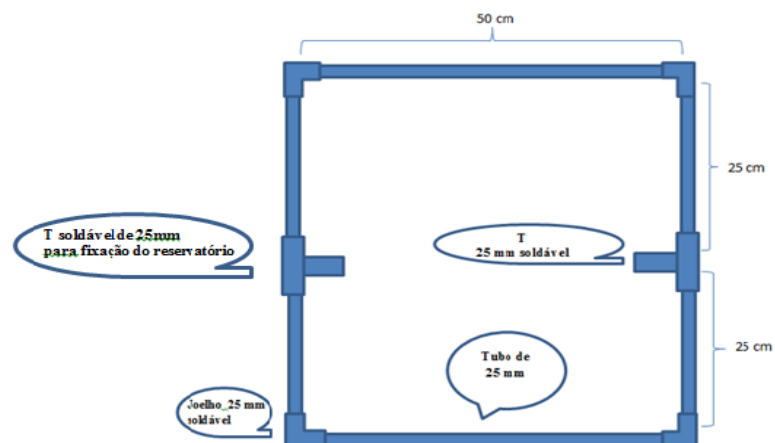


Figura 3- Partes da base da plataforma para lançamento de foguetes

Reservatório de propelente

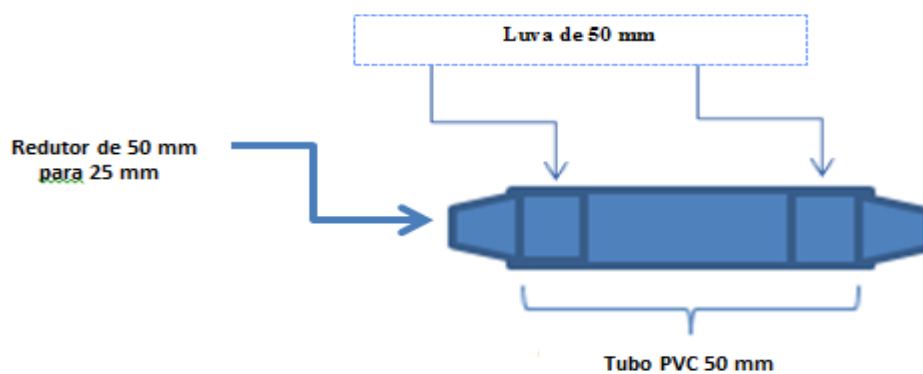


Figura 4 - Modelo de reservatório para propelente de foguetes artesanais/PET

Autoria própria

Reservatório de propelente com válvula de aborto e T de conexão com a estrutura ligada ao solo.



Figura 5 - Reservatório com fixação de válvula

Autoria própria

Reservatório de propelente com válvula de aborto e T de conexão para estrutura ligada ao solo e manômetro

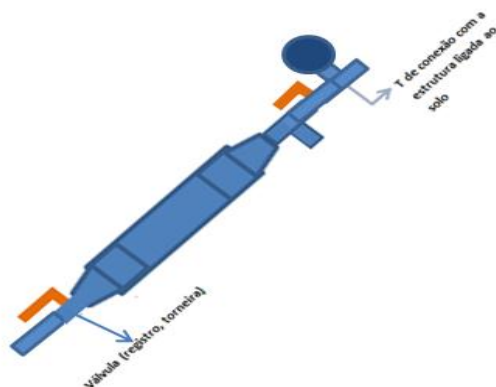


Figura 6- Reservatório com válvula de escape e manômetro - Autoria própria

Visão lateral da base antes de conectar o tubo de 20 mm de conexão como o foguete.

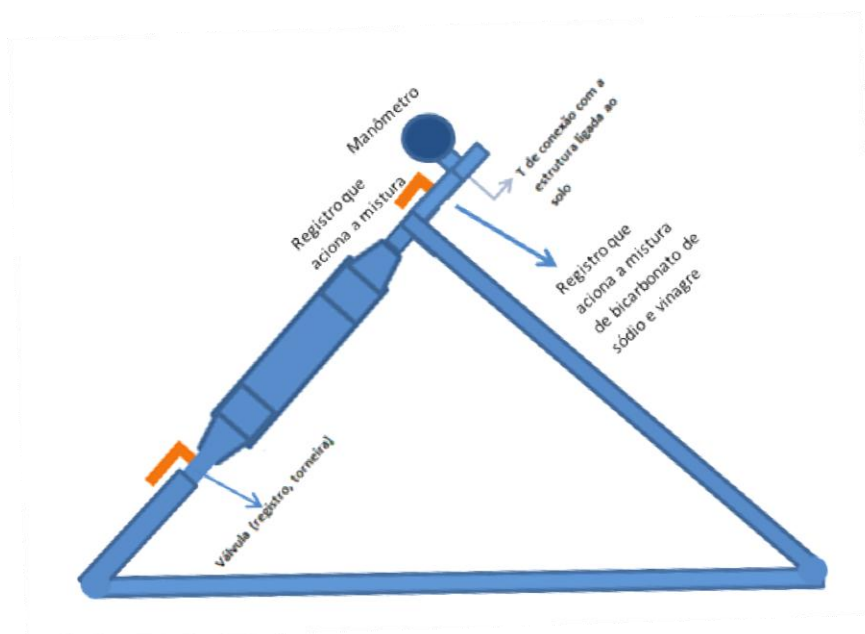


Figura 7 - Plataforma para Lançamento mostrada de perfil – autoria própria

A fim de seguirmos à risca a angulação de 45° necessários para o lançamento, construímos um triângulo retângulo, isósceles, (com os lados congruentes medindo 35,35 centímetros de lado) perpendicular à estrutura alinhada ao solo, dividindo-a ao meio.

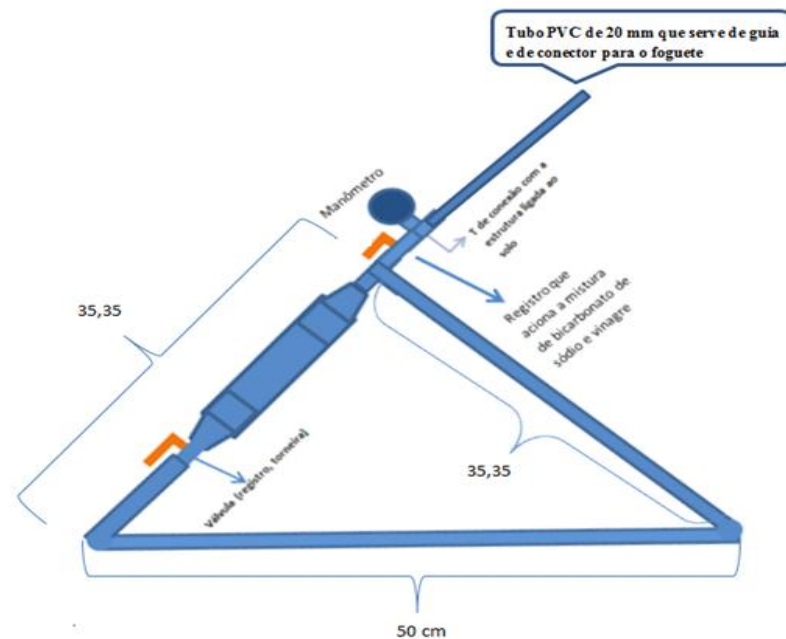


Figura 8 - Perfil da Plataforma de Lançamento para Foguetes - autoria própria

2 - Construção da tecnologia educacional: plataforma e foguetes

Com o projeto em mãos por onde se começa a construção?

A partir do projeto arquitetônico inicia-se a montagem da plataforma/base de lançamentos para foguetes, começando pela estrutura que fica alinhada ao solo, seguindo os passos:

a) - Cortamos 04 tubos de 25 mm de diâmetro com comprimento de 20 cm, dois pedaços com 50 cm de comprimento (cada) e os unimos com os joelhos soldáveis (90°), formando um quadrado, conforme a figura abaixo posicionada no lado direito.



Parte da base alinhada ao solo com o início da montagem da plataforma de lançamento.



Visão da base já montada, mostrando as dimensões da parte alinhada ao solo.

Figura 9 – Autoria própria

Em seguida, vem à construção do reservatório para propelente.

b) - Corta-se os canos de 50 mm de bitola/diâmetro numa medida de 12 cm e lixe as suas extremidades.

c) - Lixa-se as luvas de 50 mm na parte interna e passa-se o adesivo plástico/cola, ligando da esquerda para a direita: redutor - luva - tubo de 25 mm.



Figura 10 – autoria própria

d) - Lixe também o redutor de dimensões 50 mm para 25 mm de bitola/diâmetro, na parte externa do redutor, a parte em que se passa o adesivo plástico para conectar ao cano de bitola 50 mm, e também lixe a parte interna da saída de 25 mm, de modo a poder ter o reservatório a seguir.



Figura 5 – Reservatório - autoria própria

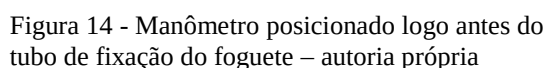
e) - Com o reservatório já construído, ligue o reservatório ao cano de comprimento 5 cm, que possui diâmetro/bitola 25 mm (desde que este esteja lixado na região a ser colada). Observe a figura 12.



Figura 6 – Reservatório ligado ao registro por meio de tubo de 25 mm (azul) - autoria própria

f) - Conforme a figura 13, a parte do T que liga o canhão de lançamento/reservatório à parte que apoia a base, deve ser entupida com cola epóxi antes de fixar o apoio, isto para impedir que propelente ao invés de entrar no foguete venha para a base.

h) - Agora com o T em rosca para o manômetro (figura 14), fixado em uma extremidade da torneira e na outra extremidade do T fica uma luva redutora de 25mm para 20 mm para fixação do cano de 20mm e de comprimento 25 a 30 cm, que servirá como guia para o lançamento e como ambiente de fixação do foguete.



i) - O gatilho para fixação do foguete é feito utilizando-se de abraçadeiras de Nylon, figura 15, e envolvendo o tubo de 25 mm, logo acima do manômetro, conforme figura 16 a seguir.



Figura 15 – Presilhas/Abraçadeiras - autoria própria



Figura 16 - Presilhas fixadas por abraçadeira de metal com ponta a 1m acima do gargalo do foguete

Observe que as abraçadeiras de nylon são fixadas ao redor do tubo de 25 mm, com fita isolante ou esparadrapo e reforçado com uma abraçadeira de metal.

O ponto de fixação do bocal da garrafa/foguete é vedado por um gargalo de balão de aniversário, que funciona como vedante, sendo posicionado 01 cm acima do ponto onde apoiará a extremidade da garrafa. Este apoio pode ser feito por outro gargalo de balão de aniversário ou pela própria luva do cano.



Gargalo (cortam-se dois e coloca a 1 cm de distância um do outro, no tubo de 25 mm)

Figura 17

Uma vez colocados os gargalos no tubo, envolve os com esparadrapo para que não desloquem. O esparadrapo também servirá de vedante para impedir que vinagre/ácido acético saia do foguete de PET, conforme figura 18 a seguir.



Figura 8 – Gatilho feito de couro ou PVC 40mm usado para travar o foguete quando ele pressiona as presilhas.
Autoria própria

Percebe-se na figura 18 um couro, escuro envolvendo todo o sistema de presilhas/abraçadeiras e esparadrapo, porém pode ser usado no lugar do couro, um tubo de PVC ou luva de 32 mm.

Construção de foguete de garrafa PET

O foguete artesanal estrutura-se com garrafas de refrigerantes. O tipo de garrafa abaixo representado foi escolhido porque seu formato se assemelha muito a aerodinâmica de um foguete.



Figura 19 – PET para construção de foguetes

Assim o corpo do foguete é construído utilizando-se de duas garrafas, como a da figura 19. Sendo que uma é utilizada inteira (para suportar pressão) e a outra se corta o bocal para se tornar em bico/nariz do foguete e a parte média da garrafa, da qual se retirou o bocal, corta-

se por volta de 08 cm a 12 cm para se constituir a saia, na qual se fixarão as empenas, conforme a figura 20 abaixo.



Figura 20 – Corpo do foguete e saia de colocação das empenas - autoria própria

Para melhor compreensão do corpo do foguete fixamos também o bico/nariz, conforme figura 21 abaixo.



Figura 21 – Conjunto de PET mostrando todo o foguete – autoria própria

Ao final o foguete ficará com o modelo representado na figura 22 a seguir.



Figura 22 – Imagem do foguete pronto para lançamento- autoria própria

As empenas podem ser feitas de papelão, ou PVC ou material de chapa radiográfica ou recorte de recipiente plástico como o da imagem abaixo.

As aletas/empenas dos foguetes são feitas de papelão, com 03 cm de largura e 06 cm de comprimento, as quais, devido ao atrito com ar, sofrem torque durante o voo contribuindo com a estabilidade.

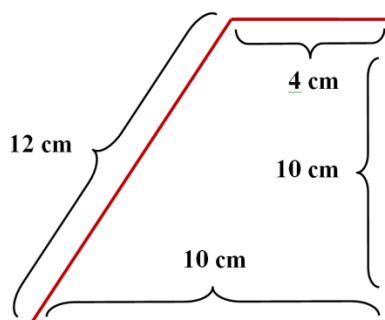


Figura 23 – Modelo de aleta/empena para foguetes

O foguete em questão precisa de uma massa extra de aproximados 100 gramas na parte mais próxima do bico, além da massa que garrafa-saia-bico-empenas possuem, de modo a levar o centro de gravidade para o mais afastado do centro de pressão, permitindo assim a estabilidade de translação e rotação durante o voo.

3 – Testes experimentais de mostras de lançamentos de foguetes

O resultado do trabalho produzido é evidente, quando se percebe a empolgação e curiosidade dos alunos e quando se vê a seriedade com que muitos interagem no decorrer das atividades práticas e teóricas. Alguns dos relevantes momentos são vistos nas figuras 24 e 25.



Figura 24 – Mostra Brasileira de Foguetes no âmbito da escola – autoria própria



Figura 25- Lançamento de foguetes no IFTM– autoria própria

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do que realizamos com o presente produto (do mestrado profissional) percebemos importante contribuição para o processo de ensino-aprendizagem no ambiente escolar, o que instiga a publicação das atividades com finalidade de facilitar o uso por outros educadores em sala de aula. Espera-se que atividades de inovação da prática escolar possam ser obstáculos a serem transpostos. Assim, espera-se que a prática de planejamento, construção e experimentação, com atividade de lançamento de foguetes artesanais, leve à significação do ensino de física, química, matemática, história, astronomia e outras.

O experimento proposto tem caráter interdisciplinar, podendo ser desenvolvido como um projeto por área do conhecimento específico ou por áreas diversificadas.

Espera-se que este trabalho oportunize aos pesquisadores do ensino de ciências realizarem/investigarem práticas experimentais, desenvolvimentos cognitivos e experimentos interdisciplinares.

APÊNDICE II

TUTORIAL DO SOFTWARE STELLARIUM

Neste aporte tem se as ações básicas para uma boa exploração do software Stellarium, em que ao instalá-lo no computador, gratuitamente, pelo site <http://www.stellarium.org> e ao conectar aparece o Céu com a localidade de Paris. No entanto esta localidade pode ser modificada conforme o interesse do usuário. Para modificar a localidade do céu que se quer observar basta deslocar o mouse para o lado esquerdo da tela, na altura média da tela e surgirá uma barra de ferramentas, conforme a figura a seguir:



Figura (a)

Analisando a figura anterior observamos os marcos de 01 a 27 que serão descritos a seguir.

Ao posicionar o mouse no marco 01 e clicar surgirá a tela dada pela figura b e nela se pode selecionar: a cidade da qual se quer observar, o país, a latitude, a longitude e a altitude.

O marco 02 da imagem contida na barra de comando apresenta um relógio e a partir do qual se pode determinar a data e a hora em que se quer observar o céu e inclusive como estava o céu no dia do nascimento do leitor deste artigo ou de uma personalidade importante como Albert Einstein, como Isaac Newton ou outra personalidade.



Figura b)

O marco 03 ao ser identificado com o mouse levará a opções de visualização (figura c), podendo ser selecionado o brilho da Via Láctea, escala relativa ou absoluta das estrelas, cintilação ou não, com poluição luminosa ou não selecionando a atmosfera, as órbitas dos planetas, escolher os astros que se quer observar no céu, objetos de céu profundo (OCPs), estilo de paisagem do horizonte, cultura estelar que se quer utilizar. No que se referem à cultura, os Astrônomos adotou como Universal a cultura Ocidental, mas nada impede de se explorar a cultura Tupi guarani, Indiana, Egípcia, Chinesa, Lapônica, Asteca ou outras, conforme a imagem da figura d.

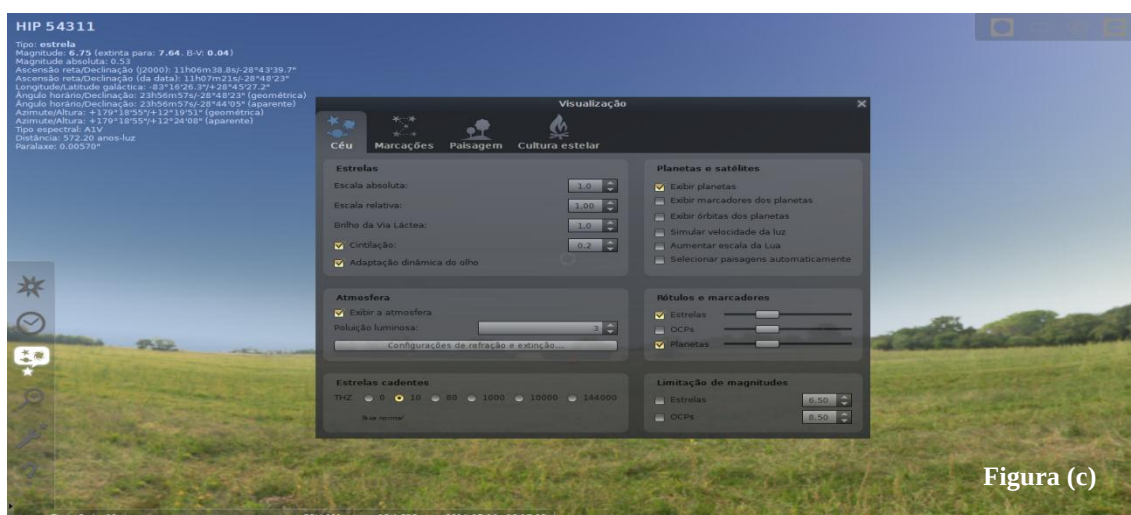


Figura (c)

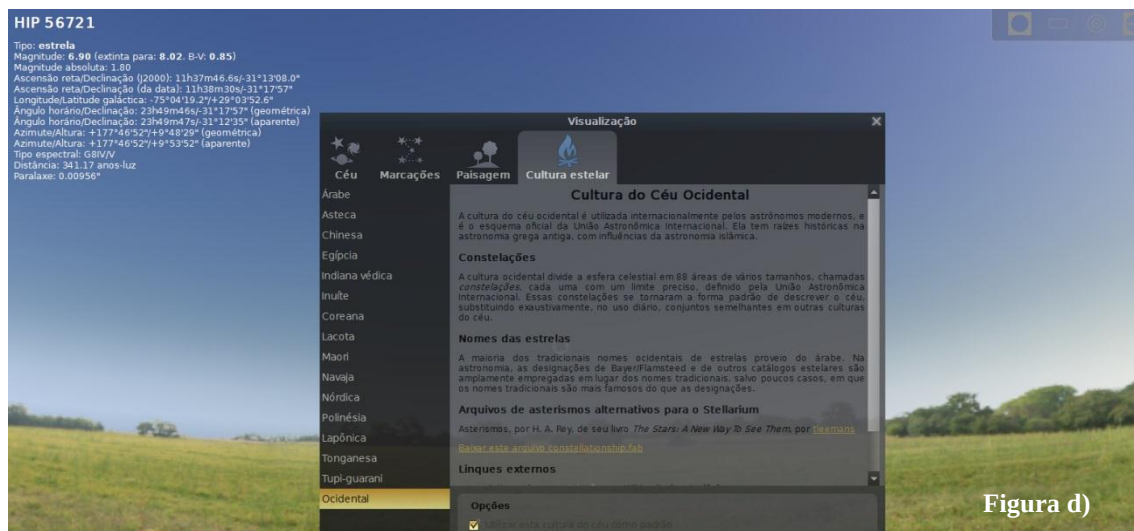


Figura d)

O marco 04 ao ser clicado pelo mouse traz uma tela em que se pode localizar uma constelação, estrela, astro, necessitando apenas indicar o nome ou os elementos de localização: ascensão reta e declinação.

O marco 05 traz configurações diversas para o software e na barra de comando horizontal, aproximando o cursor do mouse na parte esquerda inferior da tela, encontra-se conforme a figura (a) os marcos de 07 a 27, com as respectivas funções, sendo que os marcos 07, 08 e 09 apresentam as funções respectivas de mostrar as linhas, os rótulos (nomes) e as imagens das constelações, conforme a seguir (figura e).

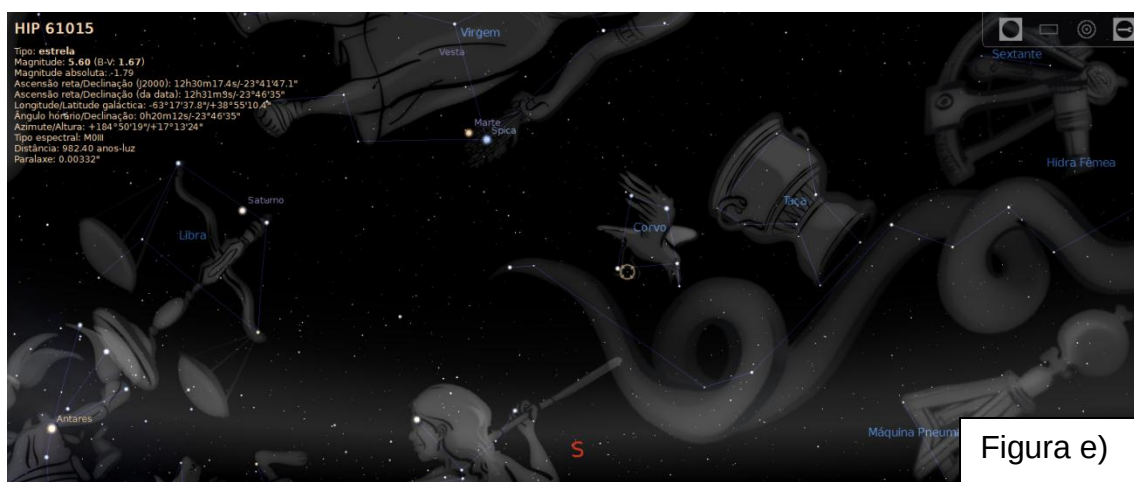


Figura e)

Os marcos 10 e 11 são ícones de determinação das coordenadas dos astros, sendo o primeiro a exposição de grade equatorial e o segundo a grade azimutal, tal qual se vê para analisar um ponto na superfície da Terra dado por longitude e latitude.

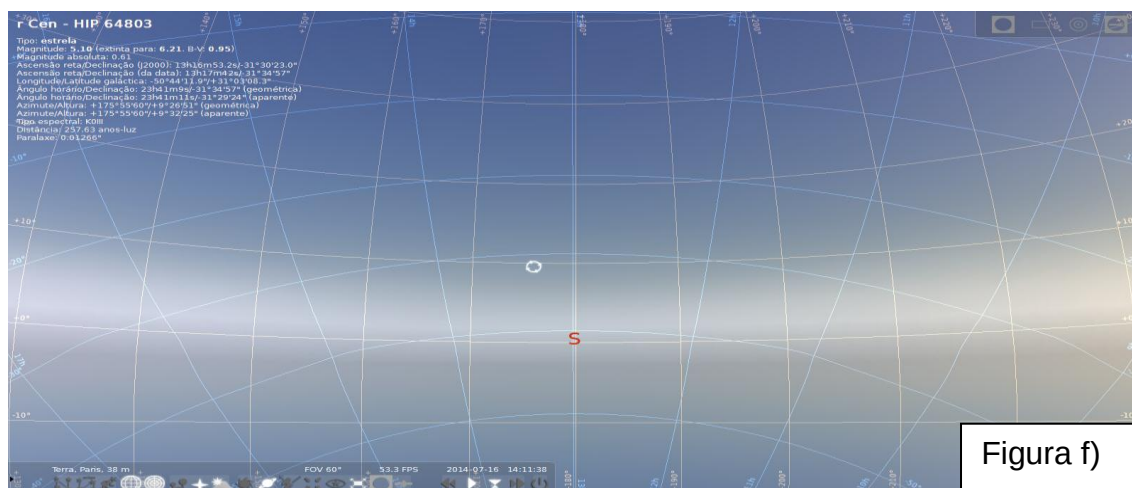


Figura f)

(Analisando a figura a) na barra horizontal de comandos do Stellarium estão os marcos que identifica: superfície (12), pontos cardeais (13) e atmosfera (14).

O marco 12 dá condição de visualizar o céu sem a superfície horizontal do planeta Terra, portanto sem o plano horizontal do planeta ou opcionalmente com a superfície horizontal, enquanto o marco 13 identifica os polos celestes Norte, Sul, Leste e Oeste, assim como o marco 14 mostra o espaço Sideral com a atmosfera, o que dificulta a plenitude de visibilidade da esfera celeste ou sem a atmosfera (dispersora da luz Solar), permitindo ver a todos os astros e elementos do Universo, contemplados pelo Stellarium.

O marco 15 serve para indicar objetos do céu profundo, como aglomerados de estrelas, nebulosas, quasares e outros e o marco 16 permite rotular os planetas, de modo a poder identificar no meio de muitos corpos celestes aqueles que são planetas e também asteroides de tamanho considerável.

O marco 17 pode ser acionado pelo comando Ctrl-M no teclado do computador e quando acionado se há uma observação de rotação azimutal, então este passa a executar uma rotação equatorial e por esta ferramenta pode-se observar, por exemplo, conforme a velocidade da rotação a posição do nascer e do ocaso de um corpo celeste.

O marco 18 centraliza um corpo celeste a ser observado e o marco 19 dá a condição de visão noturna do Céu, assim como o marco 20 dá a opção de trabalhar com o planisfério ocupando toda a tela do monitor.

O marco 21 permite uma visão ocular de um astro, como se o mesmo estivesse sendo visto pela ocular de um aparelho telescópio, enquanto que o marco 22 expõe os diferentes Satélites e Estações Espaciais.

Os marcos 23, 24, 25 e 26 serve respectivamente para diminuir a velocidade do tempo, conservar a velocidade normal do tempo, manter o tempo atual, aumentar a velocidade do tempo, e o marco 27 desliga o software Stellarium.

APENDICE III

RESUMOS APRESENTADOS POR ALUNOS ENVOLVIDOS NESSE PROJETO, A PARTIR DA COLEÇÃO EXPLORANDO O ENSINO ENVOLVENDO A HISTÓRIA DA ASTRONÁUTICA.

Estes são apresentados tal quais os estudantes entregaram para ser avaliado, ou seja, desprovido de correção de linguagem, nomenclatura, concordância verbal ou nominal, datas.

a) RUMO AO ESPAÇO

O sonho de conhecer outros mundos além da Terra é antigo e foi ainda mais alimentado após descobertas de Galileu, Kepler e Newton. Mas antes que esse sonho pudesse ser concretizado, muitos escritores se inspiraram e fizeram várias obras de ficção científica. A primeira delas fala sobre dois homens, pai e filho, que fizeram asas para voarem até a lua, o pai atravessou o mar e pousou em segurança, já o filho quis chegar até o sol, mas como se aproximou muito, teve seus objetos derretidos e caiu no mar.

Das obras de Verne, um importante escritor de ficções científica, moderna, se destaca “Da Terra à Lua” e sua continuação, “Viagem ao Redor da Lua”. A história se passa depois da Guerra Civil, os fabricantes de armas sem nada pra fazer, decidem construir um enorme canhão que pudesse lançar uma estrutura a lua e ser acompanhado através de um telescópio, para isso a estrutura deveria ter 300 metros, ser oca e feita de alumínio, pois deveria ser leve. Um aventureiro propõe a ida dele e dos criadores dentro da cápsula que no dia marcado é lançada através do canhão, mas é desviada por um asteroide e retorna a terra caindo no oceano, mas os homens são resgatados.

b) PENSANDO EM FOGUETES

O brasileiro Albert Santos Dumont foi a primeira pessoa a voar em uma aeronave mais pesada que o ar, o voo foi testemunhado por centenas de pessoas em Paris e em um dos voos de mais ou menos 600 metros entre dois e três metros acima da superfície da terra ele desafiou a lei da gravidade. Enquanto muitos desafiavam a lei da gravidade, o russo Kostantin desenvolveu a teoria de que os foguetes poderiam chegar ao espaço. A história de foguetes e

bem antiga, diz-se que na batalha Kai- Keng os chineses usaram "flechas de fogo voador" que foram os primeiros foguetes.

Tsiolkovsky aos 10 anos de idade perdeu a audição e não podia mais ir à escola, mas continuou estudando em casa com os livros do pai e desde cedo cativou a aeronáutica. Tornou-se um membro da comunidade científica mesmo sem nenhuma formação acadêmica. Suas ideias extraordinárias estavam anos a frente da tecnologia necessária para torná-las real. Ele tem tido como o pai da astronáutica por ter traçado o caminho a perseguir de forma tão clara, mesmo sem nenhum experimento. Quem se interessou em fazer esses experimentos foi Robert Hutchin Goddard. Ele cismou em trabalhar com foguetes e sonhava em uma viagem a marte. Para isso se formou em física e imaginava criar o uso de combustível líquido para foguetes. Foi ele que lançou o primeiro foguete de combustível líquido em 1926, o foguete subiu apenas 12,5 m em 2,5 segundos, mas já foi uma grande prova que podia dar certo. Ele faleceu sem concretizar seu sonho mas deixou 214 dos seus inventos.

Cabia a Wernher Magnus Maximilian Von Braun 'terminar esse trabalho'. Conhecimentos do Goddard o ajudou a desenvolver o foguete V-2 que permitiu já no fim da Segunda Guerra Mundial os alemães atacarem a Inglaterra. No fim da guerra a União Soviética se interessou no assunto e capturou especialistas alemães para desenvolverem seus próprios foguetes. Os trabalhos de Tsiolkovsky são lembrados e surge entre os russos a figura que melhor representa a nova era que estava prestes a se anunciar: Sergei Pavlovich Korolev.

Seu primeiro projeto de foguete foi o R-1, uma reconstrução fiel do V-2. Ele queria fazer mísseis de longo alcance. Ele deveria então criar o primeiro foguete capaz de realmente colocar um objeto em órbita ao redor da Terra. Aconteceu com o R-7. Após várias falhas, o primeiro foguete grande a realizar sua missão. Pouco depois os soviéticos usariam um foguete do mesmo modelo para lançar com sucesso o primeiro satélite artificial da Terra. Foi ai que começou a Era Espacial.

c) CORRIDA PELA SUPREMACIA MUNDIAL

O primeiro satélite artificial terrestre tinha uma esfera com quatro antenas de rádio que transmitiam sinal em forma de bipes. Foram feitas manchetes na primeira página de jornal dos estados unidos e os soviéticos perceberam o poder da propaganda sobre a exploração do

espaço e já prepararam um novo lançamento. Este levaria a cadela Laica, o primeiro animal a deixar a terra. Com a pressa de impressionar a todos, eles nem desenvolveram uma forma de trazê-la de volta fazendo com que ela fosse sacrificada no espaço, mas mesmo assim foi impressionante. Para os americanos, o sucesso dos soviéticos não foi tão surpreendente, mas a população se impressionou tanto que os EUA aceleraram sua própria corrida ao espaço. A rápida tentativa do lançamento de um satélite pequeno falhou. Ele subiu por apenas dois segundos, mas despencou e explodiu a plataforma de lançamento. Foi então que o presidente dos EUA se voltou para Wernher von Braun e sua equipe que já desenvolvia um foguete lançador de satélites que foi primeiro satélite americano que chegou a órbita com sucesso. Era um dispositivo pequeno, mas fez com que os EUA entrassem na corrida espacial. O que parecia ser um sonho humano de atingir as estrelas era na verdade uma disputa entre duas superpotências para mostrar qual tinha melhor desenvolvimento científico. Em 1961 Yuri viajou a órbita da Terra, ele deu apenas uma volta em 108 minutos e voltou ao ponto de partida. A nave que levou o primeiro astronauta da história era totalmente automatizada. Os americanos desenvolveram o Saturno V, que permitiria a viagem à lua. Ele permanece até hoje como o maior foguete construído e foi o russo Alexei Leonov que faz a primeira caminhada espacial da história.

Os russos também mantiveram um ritmo acelerado, com dezenas de lançamentos. Eles fizeram várias tentativas de lançamento com o objetivo de tornar possível o pouso lunar, mas como o grande comandante desses experimentos havia morrido não foram bem sucedidos e então o programa foi cancelado em 1976. Mas os americanos continuaram no caminho a lua. O esquema era lançar o foguete Saturno V com três homens, um de serviço, outro como comandante e o terceiro como lunar. Anos depois após várias tentativas, Neil colocou seu pé no solo lunar e foi assistido por todos. Ele deixou lá a bandeira americana e trouxe várias rochas lunares.

Em 1970 os soviéticos lançaram robôs capazes de chegar à lua, recolher amostras do seu solo e trazer de volta a terra. Em 1972 foi à primeira visita de um geólogo a lua. Os russos então caminharam em direção ao desenvolvimento de estações espaciais da qual Mir foi um grande sucesso e ficou em órbita de 1986 a 2001. Os americanos lançaram ônibus espaciais em 1981. O maior resultado dos tempos é a cooperação envolvendo a construção da Estação Espacial Internacional (ISS) que une a experiência dos russos na construção e operação de

estações espaciais à experiência americana com os ônibus espaciais ótimas para a conclusão da ISS.

Desenvolvida em parceria por Estados Unidos, Rússia, Canadá, Japão e países europeus, a ISS será o maior e mais espetacular laboratório de pesquisa já construído no espaço. O Brasil chegou a participar da construção da ISS dentro da parte dos Estados Unidos. Sua construção, iniciada em 1998 e ainda em andamento, marca o fim da era de competição no espaço e o início de uma nova fase.

APÊNDICE IV

SÍNTESE DA HISTÓRIA DA EVOLUÇÃO DOS CONCEITOS

O mundo de Aristóteles (384 a 322.AC) –Terra, ar, fogo e água (tudo é uma combinação destes elementos). Todo objeto tem um lugar que lhe é próprio ou natural, logo, tudo o que é de ar tende a ocupar um lugar entre a água e o fogo. Por exemplo, a pena deve ser feitas de elementos de ar e elementos de Terra. Tem mais terra do que ar, pois tende a cair no centro da Terra.

Já na época de Galileu (1564-1642 D.C), acreditava ainda que o planeta Terra era fixo e não movimentava pois não tinha força capaz de empurrar a grande Terra, pois a teoria do “ímpeto” prevalecia mas ainda não explicava a queda livre pela ação gravitacional mas era explicada pela teoria Aristotélica. Conforme vem em NUSSENSWEIG (2013) Galileu discorria com os seus amigos e considerava que uma esfera dura e lisa numa rampa dura e lisa descia ganhando velocidade e subia a rampa perdendo velocidade mas numa superfície de inclinação nula permanecia com a velocidade constante, sendo assim Galileu não mais aceitava a explicação de Aristóteles que para existir movimento teria de existir força.

Nesta ocasião Galileu foi obrigado pela Igreja a se retratar, por defender o heliocentrismo, diante da sociedade da época dizendo que suas teorias não eram válidas, de modo a não ser morto, mas mantendo se preso, numa ocasião que o protestantismo tomava força em Lutero e pouco depois de Giordano Bruno ter sido queimado por dizer que a Terra girava em torno do Sol e por outros mais motivos.

Nascia no ano da morte de Galileu o físico Isaac Newton, que trouxe grandes contribuições para a ciência nos seus estudos sobre a Luz e também sobre o movimento em que analisando os trabalhos de Galileu trouxe as leis de Newton além da interação gravitacional entre a Terra e outros corpos celestes. Nesta ocasião Newton defendia que existia uma quantidade que se conservava durante o movimento $M.V$ e o ímpeto perdera a sua força, isto na Inglaterra, pois na mesma época na Alemanha estava Leibniz que afirmava que um corpo que movimentava sem ação de força apresentava uma quantidade que se conservava e dava o nome de VIS VIVA (força viva) de módulo $M.V^2$, um fluido etéreo quase místico.

Esta diferença de ideia entre NEWTON e LEIBNIZ trouxe vários debates defensores de um e também do outro quanto também surgiu uma francesa que pensava em ciências Emilie du Chatelet(1706 – 1749) sugeriu que a Vis-Mortua se convertia em Vis- Viva e vice versa de forma que a soma das duas (Vis -Total) sempre se conservasse . Isto era muito avançado para aquela época e tinha sido resolvido. Mas foi Euler (1707-1783) que percebeu que a descrição do movimento necessitava da quantidade que se conservava de Newton (M.V) e da quantidade que se conservava de LEIBNIZ.

Em 1807 Tomaz Young denominou a VIS VIVA de Leibniz de energia e a segunda lei ewton já trazia a variação temporal do momento linear como sendo a força. A VIS MORTUA posteriormente ficou entendida como energia potencial e sendo dada como a metade da quantidade que se conservava a VIS VIVA, que matematicamente fica: $M.g.H = \frac{1}{2}.MV^2$ Em 1847 a relação calor e Vis-viva, dizendo que 1 caloria= 4,18Joules de energia.Em 1853 o termo VIS VIVA foi substituído por energia cinética e Willian Rankine dizia que a energia potencial era o poder de realizar trabalho, poder na gravidade, na elasticidade dos corpos, na afinidade química, no magnetismo. Finalmente vem a lei da conservação da energia , pois em1862 Willian thomsom conhecido por Lord Kelvin no artigo Energia” na revista Latitudinaria Churchof scot Good Words. Em seguida após Faraday trazer a ideia de campo, como espaço deformado e Maxwell apresentar as equações em 1860, que a energia potencial passou a significar energia que um corpo possui, em virtude de sua posição em um campo magnético, gravitacional, elétrico etc. Agora sim a energia Total de qualquer sistema sempre se conserva, como energia potencial + energia cinética + calor.

APÊNDICE V

RELATÓRIO DE ATIVIDADE DESENVOLVIDA, FORA DA SALA DE AULA, POR GRUPO DE ALUNOS.

1. Introdução:

As medições são utilizadas pelo homem desde que este foi criado. Primeiramente não se tinha consciência do que era feito, porém com o avanço das técnicas e com o uso da racionalidade, o homem conseguiu aprimorar e desenvolver novas técnicas, visando melhorar sua vida e suas condições. Foi daí que surgiram os cálculos, que muitas vezes eram feitos com base apenas em suposições. Hoje em dia, necessitamos de um modelo, uma medida padrão para que possamos desenvolver algum cálculo, problema. As unidades de medida que usamos mais comumente são o grama, o litro e o metro, assim como o metro quadrado e cúbico. Temos à nossa disposição máquinas como a calculadora e o computador que foram desenvolvidas para facilitar a nossa vida, nos ajudando na hora de solucionar problemas mais complicados. Porém, no dia a dia muita das vezes, resolvemos problemas sem a ajuda de máquinas para nos auxiliarem, tomando como base apenas os conhecimentos previamente adquiridos por nós. Além de ser uma maneira mais rápida e eficiente de solucionar problemas, raciocinar usando apenas a sua razão exercita o cérebro, ajudando-o a desenvolver-se cada vez mais.

2. Objetivos:

Compreender a velocidade e as outras medidas que circundam essa grandeza como: distância, força e aceleração. Assim como ter noções das aplicações destas e outras grandezas em nosso cotidiano, sabendo trabalhar e racionalizar sobre elas.

3. Procedimento:

Primeiramente, foi-se separado os materiais que iriam ser necessários para realizar os experimentos e também para anota-los. Foram-se usados um caderno, lápis e borracha e uma bicicleta. Depois escolheu-se os métodos que seriam utilizados para fazer a medição. Como

não dispunha-se de muito tempo, decidiu-se realizar os experimentos em um pequeno local (50 m) e multiplicar-se os números obtidos por 20, que dariam o tempo percorrido em 1000m (1Km). O primeiro exercício realizado foi a caminhada, o segundo foi a corrida, e o terceiro foi pedalando. Em ambos os casos, os procedimentos foram realizados á noite, com pouco vento e claridade, e sem muitas pessoas na rua que pudessem atrapalhar os experimentos.

4. Resultados:

Primeiramente, foi-se realizado o experimento andando, onde gastou-se 39,66 segundos para percorrer-se 50m, depois multiplicou-se esse valor por 9000 para achar-se o tempo gasto para percorrer 9000m(9Km), $39,66 \times 9000 = 356940/2 = 7138,8$ s, que passados para minutos resultaram em: $7138,8/60 = 118,9$ minutos, que correspondem a 1h e 58 minutos, tempo estimado da minha casa, no Canaã até o instituto Federal De ciência e Tecnologia do Triângulo mineiro-campus ituiutaba. Para calcular-se a velocidade média dividiu-se a distância percorrida pelo tempo gasto $9000/7138,8 = \underline{1,2 \text{ Km/s}}$. Correndo gastou-se 23,17 segundos para percorrer a pista de 50m. Multiplicou-se o resultado por 9000 para simular que foi realizado em 9000m(9Km). $23,17 \times 9000/50 = \underline{4170,6}$ segundos, transformando-se para minutos transformou-se em: $4170,6/60 = 69,5$ minutos ou 1h e 9 minutos. Calculando-se a velocidade média obteve-se $(9000/4170,6 = \underline{2,1 \text{ Km/s}})$. Pedalando em uma pista de 50m gastou-se 21,11 segundos. Para transformar esse número em segundos para os 9 Km multiplicou-se o número por 9000m, que resultou em 3799,8 segundos, o que corresponde 63,3 minutos ou 1h e 3 minutos. A velocidade média foi obtida dividindo a distância percorrida 1000m pelo tempo utilizado $(9000/3799,8 = \underline{2,3 \text{ Km/s}})$.

5. Conclusão:

Ao realizar tais experimentos, pude fixar melhor os conceitos de velocidade, distância e de como estas grandezas estão presentes em nosso dia a dia sem que raciocinemos sobre elas. Pude também notar que a velocidade média depende diretamente do tempo e da distância, e que para se chegar a ela podemos seguir caminhos diferentes daqueles apresentados na sala de aula.