



SÔNIA MARIA CECATTO PEDROSO SILVA

**APRENDENDO A TRABALHAR COM PROJETOS:
A BUSCA DE NOVOS MUNDOS COMO
PROBLEMATIZAÇÃO PARA O ESTUDO DE LEIS DE
NEWTON E LEIS DE CONSERVAÇÃO**

**LAVRAS – MG
2019**

SÔNIA MARIA CECATTO PEDROSO SILVA

**APRENDENDO A TRABALHAR COM PROJETOS:
A BUSCA DE NOVOS MUNDOS COMO PROBLEMATIZAÇÃO PARA O
ESTUDO DE LEIS DE NEWTON E LEIS DE CONSERVAÇÃO**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Licenciatura em Física para a obtenção do título de Licenciado.

Prof. Dr. Antônio Marcelo Martins Maciel
Orientador

**LAVRAS – MG
2019**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da
Biblioteca Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a)
autor(a).**

Silva, Sônia Maria Cecatto Pedroso.

Aprendendo a trabalhar com projetos : a busca de novos mundos como problematização para o estudo das leis de Newton e leis de conservação / Sônia Maria Cecatto Pedroso Silva. - 2019.

55 p.

Orientador(a): Antônio Marcelo Martins Maciel.

TCC (graduação) - Universidade Federal de Lavras, 2019.

Bibliografia.

1. Metodologia de projetos. 2. Reflexão sobre a própria prática. 3. Mecânica Newtoniana. I. Maciel, Antônio Marcelo Martins. II. Título.

SÔNIA MARIA CECATTO PEDROSO SILVA

**APRENDENDO A TRABALHAR COM PROJETOS:
A BUSCA DE NOVOS MUNDOS COMO PROBLEMATIZAÇÃO PARA O ESTUDO DE
LEIS DE NEWTON E LEIS DE CONSERVAÇÃO**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Licenciatura em Física para a obtenção do título de Licenciado.

Aprovada em dezembro de 2019
Dr. Antônio Marcelo Martins Maciel - UFLA
Dra. Helena Libardi - UFLA
Dra. Sílvia Maria Medeiros Caporale - UFLA

Prof. Dr. Antônio Marcelo Martins Maciel
Orientador

**LAVRAS – MG
2019**

*À minha mãe querida por acreditar em mim.
Aos meus filhos Fernanda, Márcia e Guilherme que
sempre me motivaram e inspiraram
Ao meu querido marido Paulo por compreender meus
anseios.
Dedico*

AGRADECIMENTOS

Ao Poder Superior que me inspirou o amor, a aceitação, a serenidade, a coragem e a sabedoria para fazer as escolhas necessárias, o que tornou possível a vida em mim.

À Universidade Federal de Lavras pela oportunidade de obtenção de meu segundo título.

Ao querido amigo e professor Antônio Marcelo Martins Maciel por seus ensinamentos, sua paciente orientação, carinhoso apoio e conversas regadas a cafés restauradores.

Ao professor Gilberto Laje que instigou em mim, desde o curso de Agronomia o desejo de aprender a Física.

Aos professores que souberam compreender a minha sede de aprender e me acolheram apesar das dificuldades que o tempo causa à memória e ao aprender; em especial aos professores Antônio dos Anjos, Alexandre Bagdonas, e às professoras Helena Libardi e Iraziet Charret, tenho-os como bons amigos.

Aos jovens colegas de turma e aos estagiários parceiros de aprendizagens que foram além dos conceitos; foi uma alegria compartilhar parte de minha vida com vocês.

Aos que se tornaram amigos: Douglas, Natália, Richard, Helena, Alexandre, Lucas e Maju que me apoiaram sempre e não permitiram que eu desistisse nos momentos mais difíceis. Sem a ajuda de vocês eu não chegaria até aqui.

À professora Maria Neusa Guadalupe Silveira e ao professor Lucimar Leão Silveira queridos amigos que me confiaram a tarefa de ensinar, reconhecendo em mim a professora.

À direção, aos pais pela confiança e aos queridos e queridas estudantes, em especial à turma do 1º Ensino Médio de 2018 da Escola Cooperativa Galha Azul que estimulam e desafiam a professora que há em mim e alimentam meu desejo de aprender sempre mais.

Aos professores e cooperados da COOEDUC - Cooperativa de Trabalhos Educacionais de Lavras –Ltda., pela partilha de aprendizagens e carinhoso apoio.

À minha amiga e madrinha Agda com quem sempre pude contar e que, apesar de minha ausência durante os anos de curso, não desistiu de nossa amizade.

Ao meu marido, por seu amor, amizade e paciente apoio, aos meus amados filhos Fernanda, Márcia e Guilherme que vibram com cada conquista minha, vocês são a minha maior alegria.

Ao meu irmão André que acreditou que eu poderia e a toda minha família que sempre torceu por mim.

Minha gratidão sempre.

“Estar no mundo só vira presença nele quando o ser que está se sabe estando e, por isso, se torna hábil para aprender e interferir nele, a mudá-lo, a se tornar, portanto, capaz, de acrescentar à posição de objeto, enquanto no mundo, a de sujeito”.

Paulo Freire

“(…) a tarefa do educador não é a de quem se põe como sujeito cognoscente diante de um objeto cognoscível para, depois de conhecê-lo, falar dele discursivamente a seus educandos, cujo papel seria o de arquivadores de seus comunicados.

A educação é comunicação, é diálogo, na medida em que não é a transferência de saber, mas um encontro de sujeitos interlocutores que buscam a significação dos significados”.

Paulo Freire

“Só de fato por milagre é que os modernos métodos de ensino ainda não liquidaram inteiramente a sagrada curiosidade da pesquisa; pois essa delicada plantazinha, além de certa estimulação, necessita sobretudo, de liberdade; sem esta, estiola-se e morre fatalmente”.

Albert Einstein

“Não podemos ensinar a outra pessoa diretamente; só podemos facilitar sua aprendizagem”.

Carl Rogers

RESUMO

Ensinar como professor exige estudo, formação e preparo, não só dos conteúdos a serem ensinados, mas também de como ensinar; e é necessário também que se saiba por que, para quem ensinar e para quem se vai ensinar. O desejo de proporcionar um ensino que tivesse significado para os aprendizes e de aprender como trabalhar com a metodologia por projetos, motivou este trabalho. O objetivo desta pesquisa foi verificar a potencialidade da proposta do Ensino por Projetos em conjunto com a apropriação dessa estratégia pela professora. A partir de uma problematização relacionada às viagens espaciais, os estudantes tiveram contato com conceitos da mecânica newtoniana numa perspectiva investigativa, crítica e reflexiva. O trabalho foi desenvolvido com cinco estudantes do primeiro ano do Ensino Médio, de uma escola particular localizada no município de Lavras, MG. A pesquisa de caráter qualitativo fez uso do diário de campo em conjunto com as produções acadêmicas dos estudantes, pelos quais verificou-se a potencialidade da metodologia, ao observar os estudantes motivados para o trabalho e construindo seu conhecimento a partir daquilo que os interessava. O uso dos registros, análises e reflexões sobre a própria prática ao longo de todo o processo possibilitou uma apropriação da metodologia. Para ensinar é preciso aprender para si, com leveza, seriedade, disciplina e confiar que o outro é capaz de também fazê-lo.

Palavras-chave: Metodologia de projetos, Mecânica newtoniana, Reflexão da própria prática, Aprender a aprender.

ABSTRACT

Teaching as a teacher requires study, training and preparation, not only of the contents to be taught, but also of how to teach; It is also necessary to know why, what to teach, and who to teach. The desire to provide meaningful teaching for learners and to learn how to work with project methodology motivated this work. The objective of this research was to verify the potentiality of the proposal of the Teaching by Projects together with the appropriation of this strategy by the teacher. From a problematization related to space travel, the students had contact with concepts of Newtonian mechanics in an investigative, critical and reflexive perspective. The work was developed with five first year high school students, from a private school located in Lavras, MG. The qualitative research used the field diary in conjunction with the students' academic productions, which verified the potentiality of the methodology by observing the students motivated to work and building their knowledge from what interested them. . The use of records, analyzes and reflections on their own practice throughout the process made possible the appropriation of the methodology. To teach, one must learn for oneself with lightness, seriousness, discipline and trust that the other is capable of doing so as well.

Keywords: Project methodology, Newtonian mechanics, Reflection of own practice, Learning to learn.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1	Formação do professor e sua prática	16
2.2	Ensino por projetos	18
3	METODOLOGIA DE TRABALHO	22
3.1	Sujeitos da pesquisa e descrição do local	22
3.2	Definição da situação problema	24
3.3	Organização das aulas segundo a metodologia de Projetos	25
3.3.1	Planejamento das aulas	26
4	RELATO DAS ETAPAS, ANÁLISES E REFLEXÕES	37
4.1	Relato das Etapas	37
4.2	Análises e reflexões	48
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
	REFERÊNCIAS	54

1 INTRODUÇÃO

Tornando-me professora

Natural de Araçatuba, estado de São Paulo, filha de José Pedroso Ramos Junior, funcionário público e de Nair da Conceição Cecatto Pedroso, sempre estudei em escola pública. Casei-me aos 19 anos e mudei-me para Lavras, MG, em 1979. Fui mãe aos 20 anos, de uma menina. Em 1981 ingressei na Escola Superior de Agricultura de Lavras, hoje Universidade Federal de Lavras, no curso de Agronomia. Tive minha segunda filha, aos 24 anos.

Em 1988 conheci a Escola Cooperativa Gralha Azul, mantida por uma associação de pais, que se organizavam para funcionar como uma cooperativa e que propunha uma metodologia diferenciada de ensino, fundamentada em princípios humanistas. Ela foi pensada para funcionar com salas de no máximo 12 estudantes, uma turma por ano, e pais e professores se propunham a reunir-se semanalmente para estudar os educadores e pensadores que fundamentam a filosofia e a metodologia de ensino.

A proposta me encantou e em 1989 tornei-me associada e matriculei minhas duas filhas. Participava das reuniões de estudo como mãe e ajudava como podia com trabalho voluntário na organização da escola. Aos poucos fui entendendo a teoria que embasava o trabalho. Estudamos Paulo Freire, Célestin Freinet, Lev Vygotsky, Jean Piaget, Emília Ferrero, Carl Rogers, entre outros. Meus primeiros estudos na área da educação começaram aqui.

Fui coordenadora do turno da manhã em 1992 e no final do ano fui convidada para ministrar aulas de Geografia de 5ª à 8ª séries do ensino fundamental (hoje 6º ao 9º ano) e a partir de 1994 aulas de Ciências, também para 5ª à 8ª séries do ensino fundamental. No final de 1995 fui convidada a assumir as aulas de Biologia, Química e Física para a primeira turma de Ensino Médio e aceitei o desafio. A proposta era de que dividiríamos o semestre em 3 blocos, um para cada disciplina e assim foi feito.

Devo à professora Maria Neusa Guadalupe Silveira e ao professor Lucimar Leão Silveira a minha formação como professora, ambos foram fundamentais para o meu aprendizado da teoria, metodologia e da didática de ensino.

Lecionei em 1990 e 1991 na Fundação Educacional de Lavras, como professora substituta de Biologia, Genética e Botânica no curso de Ciências. Fui professora substituta de Geografia no ensino médio, na Escola Dora Matarazzo, em 1992.

Segundo Perrenoud (2000), saber administrar sua própria formação contínua é uma das 10 competências profissionais a ser desenvolvida para se ensinar e tal prática condiciona a atualização, o desenvolvimento de todas as outras, a saber: organizar e dirigir situações de

aprendizagem, administrar a progressão das aprendizagens, conceber e fazer evoluir dispositivos de diferenciação, envolver os estudantes em sua aprendizagem e em seu trabalho, trabalhar em equipe, utilizar tecnologias novas, enfrentar os deveres e os dilemas éticos da profissão. Tenho me empenhado no desenvolvimento destas competências.

Sou professora há 29 anos. O curso de Agronomia me proporcionou uma ampla formação. Em 2012 decidi fazer o curso de Licenciatura em Física, com a intenção de aprofundar meu conhecimento da área, bem como das práticas de ensino, realizando um desejo e amenizando uma inquietação.

Aos 52 anos me encontrei no meio de jovens que tinham a idade para serem meus filhos e aprendi sobre os sonhos, realizações e dificuldades de cada um, de cada uma. Conheci jovens que trabalhavam durante o dia como eu e iam para a UFLA à noite, às vezes sem ter se alimentado direito, ou aflitos porque mal tinham tempo para estudar. Ouvi de um jovem uma vez, incentivando o colega que queria desistir: “desiste não companheiro, o mais difícil foi chegar aqui, agora é seguir lutando para chegar ao final do curso”, estudar e concluir um curso superior é significativo e possibilita acesso a um mundo intangível para muitos brasileiros. Observei as angústias e o desamparo de muitos, as incertezas quanto ao curso, muitos mudaram de curso, outros desistiram, o que é uma pena. Mas sempre me emociono ao lembrar da beleza, da garra e da força dessa nossa juventude.

Construí amizades, tenho amigos professores e professores amigos, o curso de Licenciatura em Física tem esta característica, os professores da área de educação são atenciosos, acolhedores e disponíveis, seja para esclarecer dúvidas, seja para um apoio emocional. Todos competentes ao lecionar suas disciplinas e cientes de que tratam com seres humanos que necessitam mais do que uma formação acadêmica, mas de um ensino e aprendizado humanizado, e nisso são exemplos a ser seguido.

Como pessoa e como professora me sinto hoje melhor preparada do que antes. A escolha foi correta, aprendi e aprofundei meus conhecimentos sobre a Física e a Matemática. É fascinante descrever fenômenos através de uma equação. O curso me proporcionou pensar a Ciência e o seu papel na sociedade, rever conceitos e velhos padrões de pensamento, aprender e aprofundar os meus conhecimentos em relação às práticas educacionais, planejamento, didática de ensino, avaliação, gestão da sala de aula. Pensar sobre o desenvolvimento tecnológico e aquilo que ele representa para os seres humanos. Refleti sobre a professora que fui e que sou e vislumbro aquela que posso vir a ser. Foi um exercício de humildade, confiança e alegrias. Quem sabe agora por que caminhos andarei, há muito ainda a aprender.

Apresentação do trabalho

Aprender é da natureza do ser, ensinar é algo que necessita ser aprendido. Posso aprender a ensinar de muitas maneiras, mas ensinar como professora exige estudo, formação e preparo, não só dos conteúdos a serem ensinados, mas também de como ensinar; e é necessário também que eu saiba por que, para quem ensinar e para quem se vai ensinar.

Pergunto: se o desejo de aprender é inato ao ser, por que, cada vez mais, os professores encontram dificuldades na tarefa de ensinar? Concluí que só o desejo não basta. Será que o que se ensina relaciona-se com o cotidiano e a esfera de interesse dos estudantes? Será que a falta de significado das tarefas para os aprendizes está de alguma forma relacionada às dificuldades que os professores percebem no rendimento deles? Então, como fazer para tornar este ensino significativo? Como fazer para que o conhecimento produzido pela investigação científica seja apropriado pelo aprendiz, respondendo aos seus anseios e questionamentos? Como capacitá-los a buscar e dar respostas a questões ou problemas que vierem a se deparar na vida escolar ou não?

O desejo de proporcionar um ensino que tivesse significado para os aprendizes e de aprender como trabalhar com a metodologia por projetos, motivou este trabalho. Utilizei como estratégia de ensino a busca de resposta a uma situação problema, a qual poderia favorecer, também, uma integração com outras áreas do conhecimento. Considerei, para tanto, o papel fundamental do professor como mediador do conhecimento e na orientação dos estudantes na busca por respostas à situação problema colocada.

O trabalho desenvolvido teve início no último bimestre de 2018 em uma turma única, de 6 estudantes, de 1º ano do Ensino Médio e encerrou-se no primeiro semestre de 2019, com os estudantes já cursando o 2º ano do Ensino Médio, na Escola Cooperativa Gralha Azul, situada na cidade de Lavras, MG. Na escola, o compromisso é com o aprender dos estudantes, respeita-se o ritmo de cada um, mas se incentiva todos a progredirem em seu conhecimento.

Portanto, reconhecendo que o trabalho desenvolvido se fundamenta no respeito aos princípios de cooperação e solidariedade, respeito ao meio ambiente, entendido como o corpo de cada um e o seu entorno, em uma educação pautada em valores humanistas e embasada em educadores como Célestin Freinet, Lev S. Vygotsky, Emilia Ferreiro, Jean Piaget, Paulo Freire, Carl Rogers, John Dewey entre outros, identifica-se a consonância entre a proposta e os princípios e valores sustentados pela escola.

Com o objetivo de verificar a potencialidade da proposta do Ensino por Projetos em conjunto com a apropriação dessa estratégia por mim, a professora autora desse trabalho, todas

as atividades desenvolvidas com os estudantes foram registradas em meu diário de campo, que em conjunto com as produções acadêmicas dos estudantes, foram utilizados para uma análise de caráter qualitativo.

Na sequência apresento as principais fundamentações utilizadas para o desenvolvimento do trabalho, tanto no que se refere ao processo de reflexão sobre a prática, quanto ao que se refere à escolha de metodologia de ensino empregada. No capítulo 3, intitulado Metodologia de Trabalho, apresento os sujeitos e o espaço escolar no qual o trabalho se desenvolveu. No mesmo capítulo apresento a organização das aulas e a definição de nossa problematização, definida a partir dos conteúdos programáticos previstos para o ano, Leis de Newton e Leis de Conservação. No capítulo 4, tem-se os relatos das aulas, e destaco a dinâmica do processo de ensino, as análises e reflexões. Encerro com as considerações finais, as quais estão fundamentadas em meus referenciais, nas manifestações dos estudantes ao longo do processo e em meus registros e nas minhas percepções, refletindo sobre a possibilidade de implementação da proposta quanto ao resultado da aprendizagem dos estudantes.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Acredita-se que se deve repensar o currículo de Física para a Educação Básica e reconhece-se que os documentos oficiais e as pesquisas na área de Ensino e Educação servem para orientar os professores nas inovações curriculares. Dentre os documentos, os PCNEM (BRASIL, 1999) e os PCN+ (BRASIL, 2002), diferentes da Base Nacional Comum Curricular para o Ensino Médio (BNCCEM) (BRASIL, 2018) que se detêm a considerar que o ensino de

Física deve ser contemplado por ínfimas competências e habilidades, são bons exemplos de orientações para o ensino de Física, ressaltando eixos estruturadores com temáticas amplas, orientações metodológicas e perspectivas de ensino que contemplem o ensino contextualizado e a interdisciplinaridade, salientando que não se pode manter o ensino de forma fragmentada e descontextualizada.

Quanto às pesquisas, de acordo com a principal referência utilizada neste trabalho para as estratégias de ensino, Nehring et al. (2000) ao justificarem a proposta de Ensino por Projetos, ressaltam que as pesquisas apontam para as tendências, exigências e necessidades de rever os currículos e o processo de ensino aprendizagem. Contemplando as tendências no ensino de Física e os desafios na prática docente, Da Rosa e Rosa (2007), destacam a necessidade dos domínios por parte do professor dos aspectos didáticos, incluindo o planejamento de ensino e as estratégias de ensino e a necessidade das perspectivas psicológicas e epistemológicas, a qual pela presente proposta está fundamentada no ensino por investigação ou pela pesquisa. Ressaltam um outro aspecto crucial, que é o objetivo da educação, e colocam o professor no papel de quem de fato determina o currículo que será desenvolvido na sala de aula, apontando que “a ação pedagógica escolarizada, quando consciente, não poderá, pois, distanciar-se da intenção política, do tipo de ser humano que a educação pretende promover, para que não incorra na arbitrariedade pedagógica e política do ato educativo” (RAY, 2000, p.14, apud DA ROSA; ROSA, 2007, p. 1); dando continuidade às considerações de Rays, explicitam a ação do professor, enfatizando que

“A dimensão política da ação educativa está presente mesmo antes do professor proferir sua aula, pois se apresenta desde o momento do planejamento, na elaboração dos objetivos, na seleção dos conteúdos, na escolha metodológica e nos processos de avaliação. Desta forma, não há como dissociar a ação pedagógica da intencionalidade, uma vez que ela está presente em cada etapa deste processo pedagógico”. (DA ROSA; ROSA, 2007, p.1)

Mediante estas considerações consideramos tomar como nossa fundamentação, a proposta de ensino utilizada e as concepções relacionadas à formação do professor.

2.1 Formação do professor e sua prática

Referindo-se à formação de professores no Brasil, Saviani (2009) identifica dois modelos contrapostos, o modelo para o qual a formação de professores se esgota na cultura geral e no domínio específico dos conteúdos da área de conhecimento correspondente à disciplina que o professor irá lecionar, o qual chama de “modelo dos conteúdos culturais-cognitivos de formação de professores”; e o modelo segundo o qual a formação de professores

só se completa com o efetivo preparo pedagógico-didático e que denomina de “modelo pedagógico-didático de formação de professores”. O domínio do conteúdo da área de conhecimento é fundamental e o preparo pedagógico-didático também ambos se completam e não se deve favorecer um em detrimento do outro, porque é necessário saber o que se vai ensinar e escolher como se vai ensinar. Portanto, o professor em sua contínua formação deve avaliar o desenvolvimento intelectual dos seus estudantes, contemplando a apropriação dos conhecimentos, conjuntamente com as ações didático-pedagógicas realizadas durante o processo. Esse movimento seria o ponto de partida para tornar-se um professor que reflete sobre sua prática docente.

Segundo Tardif (2011), o processo educativo exige a atuação de um professor reflexivo que domina vários saberes. O professor é um profissional que detém saberes de variados matizes sobre a educação e por isso, o ‘saber profissional’ que orienta a atividade do professor insere-se na multiplicidade própria do trabalho dos profissionais que atuam em diferentes situações e que, portanto, precisam agir de forma diferenciada, mobilizando diferentes teorias, metodologias, habilidades. Dessa forma, o ‘saber profissional’ dos professores é constituído não por um ‘saber específico’, mas por vários ‘saberes’. Em suas atividades pedagógicas diárias, os professores planejam, executam o plano didático, escolhem as metodologias que julgam condizentes, elaboram as tarefas para os estudantes, administram a sala de aula mantendo a ordem e a disciplina e constroem os instrumentos de avaliação. Em outras palavras, os professores tratam da gestão da matéria e da gestão da sala de aula e, por isso, necessitam utilizar diferentes ‘saberes’ necessários à consecução dos objetivos previamente definidos.

Focando especificamente nas relações estabelecidas em sala de aula, Rogers (1973), enfatiza que o papel do professor é fundamental para estabelecer a disposição inicial do educando, ou o clima do grupo ou da experiência em aula, quando sua disposição é de confiança no grupo e nos indivíduos que o compõem. Segundo o autor, ainda é papel do professor-mediador trazer à tona e elucidar os propósitos individuais e os gerais do grupo, aceitando a diversidade de propósitos, contraditórios e complementares das relações; contar com o desejo do estudante de realizar as atividades propostas, mesmo se quiser ser conduzido por outra pessoa; empenhar-se em organizar e tornar disponíveis recursos para a aprendizagem, qualquer que seja e considerar-se ele próprio como recurso flexível a ser utilizado pelo grupo; aceitar os sentimentos e expressões racionais e intelectuais do grupo; estar atento às percepções e sentimentos dos aprendizes e ser empático e colaborar com sua atitude para que os estudantes se abram a uma compreensão construtiva a partir dos vínculos que os ligam; compartilhar com o grupo sentimentos quanto às suas ideias, sem exigir e nem impor e desta forma tornar-se um

aprendiz participante, exibindo suas opiniões também; reconhecer a aceitar suas próprias limitações, pois é necessário que se sinta confortável na liberdade que confere aos estudantes para que também se sinta livre. Portanto, para Rogers (1973) o professor é uma pessoa em formação, um aprendiz em constante processo de tornar-se professor, desenvolvendo seus saberes, o que só será possível quando estudar, experimentar, vivenciar e refletir sobre sua prática.

Considerando-se que o papel do professor é fundamental e que este domine o conteúdo a ser ensinado, pode-se indagar sobre quais outros fatores são fundamentais para que o aprendizado dos estudantes efetivamente ocorra. Assim, é fundamental que sejam investigados os problemas de ensino e aprendizagem que são colocados por sua própria atividade docente e que se investiguem novas metodologias de ensino. Segundo Carvalho (2002), os cursos de formação de professores devem criar condições para o envolvimento dos professores participantes em atividades de ensino que sejam problemáticas para seus estudantes. A autora ressalta a importância da necessidade de planejar, desenvolver e avaliar atividades de ensino que contemplem a construção e reconstrução das ideias dos estudantes referentes às noções cientificamente aceitas e refletir-se sobre o papel do professor nessas atividades.

Segundo Alarcão (2000) o professor reflexivo seria o sujeito em formação, seja estudante ou professor, aceito como pessoa que pensa e que tem o direito de construir o seu saber. Ainda segundo o autor, valoriza-se a experiência como fonte de aprendizagem, a metacognição como processo de conhecer o próprio modo de conhecer e a metacomunicação como processo de avaliar a capacidade de interagir, reconhecendo-se a capacidade do sujeito de tomar em mãos a própria gestão da aprendizagem.

Portanto, analisar a própria prática consistirá de observar a gestão da sala de aula, a gestão da matéria, considerando as interações estabelecidas e observando a apropriação do conteúdo a partir de atividades investigativas para se solucionar um problema, identificando o quanto o problema proposto e as estratégias podem ser motivadoras para os aprendizes e propiciar que desenvolvam um aprendizado que seja significativo para si, colaborando também para que desenvolvam a autonomia e a autoestima, que propicie a estes aprendizes conduzir-se com mais segurança no mundo, tendo também maior abertura para novas aprendizagens.

2.2 Ensino por projetos

O ensino por investigação, conhecido também como “*inquiry*”, recebeu grande influência do filósofo e pedagogo americano John Dewey. O ensino por investigação também

é conhecido como: ensino por descoberta; aprendizagem por projetos; questionamentos; resolução de problemas, dentre outras denominações. A perspectiva do ensino com base na investigação possibilita o aprimoramento do raciocínio e das habilidades cognitivas dos estudantes, e também a cooperação entre eles, além de possibilitar que compreendam a natureza do trabalho científico. (ZÔMPERO e LABURÚ, 2011).

A atividade investigativa proposta deve ter um problema a ser analisado, emissão de hipóteses, um planejamento para a realização do processo investigativo, visando a obtenção de novas informações, a interpretação dessas novas informações e a posterior comunicação das mesmas. (ZÔMPERO e LABURÚ, 2011).

Para Gil et al. (1992) um problema é uma situação para a qual não se tem resposta elaborada e ainda para se resolvê-lo deve-se fazer o que os cientistas fazem, ou seja, os estudantes se comportam como investigadores. Os autores propõem que as questões devem ser abertas e ressaltam que a forma como são abordadas estas questões merece atenção especial, devem proporcionar aos estudantes o contato com novas informações e estas devem ser comunicadas oralmente ou através de escritos e para tanto será necessário:

- a) considerar o interesse da situação problemática abordada;
- b) iniciar com um estudo qualitativo da situação, tentando abordar e definir de maneira precisa o problema, explicitando as condições que se consideram reinantes etc.;
- c) enunciar hipóteses fundadas sobre os fatores dos quais podem depender a grandeza buscada e sobre a forma desta dependência imaginando em particular casos limites de fácil interpretação física;
- d) elaborar e explicar possíveis estratégias de resolução antes de proceder a esta, evitando o puro ensaio e erro. Buscar distintos modos de resolução para que seja possível contrastar os resultados obtidos e mostrar a coerência do corpo de conhecimentos de que se dispõe;
- e) realizar a resolução verbalizando ao máximo, fundamentar-se o que se faz e evitar operativismos carentes de significação física.
- f) analisar cuidadosamente os resultados à luz das hipóteses elaboradas e, em particular, dos casos limites considerados.
- g) considerar as perspectivas abertas pela investigação realizada contemplando, por exemplo, o interesse de abordar a situação em um nível de maior complexidade ou considerando suas implicações teóricas (aprofundamento na compreensão de algum

conceito) ou práticas (possibilidade de aplicações técnicas). Conceber, particularmente, novas situações a investigar, sugeridas pelo estudo realizado;

- h) elaborar registro que explique o processo de resolução e que destaque os aspectos de maior interesse no tratamento da situação considerada.

Nehring et al. (2000) discutem e propõem o ensino de ciências através de projetos apresentando as etapas de construção de uma ilha interdisciplinar de racionalidade, conforme proposta de Gerard Fourez (1994) em torno do tema “um banho saudável”, como meio de promover um ensino capaz de propiciar a autonomia, o domínio e a comunicação das tecnologias elaboradas pela humanidade.

Para Fourez (FOUREZ, 1994, p.83, apud NEHRING et al., 2000) a Alfabetização Científica e Técnica deve ser utilizada como estratégia pedagógica e epistemológica para tratar o ensino de ciências, neste sentido, este autor considera que esta estratégia pode propiciar autonomia ao aprendiz e possibilitar que tenha capacidade de negociar suas decisões, de comunicá-las e ainda algum domínio e responsabilização diante de situações concretas.

Segundo Nehring et al. (2000) ao se trabalhar com o ensino por projeto surgirão questões específicas ligadas a determinado conhecimento científico que poderão ser respondidas ou não conforme o caso. Estas questões são denominadas caixas-pretas e o contexto e os objetos do projeto orientam a abertura ou não das caixas-pretas. A abertura de uma caixa-preta significaria a obtenção de modelos que poderiam relacionar os fatos conhecidos e gerar explicações.

Ao se propor uma situação-problema, ela determinará os critérios sobre o corpo de conhecimento a ser trabalhado, ou seja, para que e para quem ele se destina. O que será realizado será determinado pelo projeto, por sua finalidade e contexto, espera-se e deseja-se que o conhecimento do conteúdo ocorra, embora os limites estejam na dependência da negociação pelos diversos atores envolvidos no projeto. (NEHRING et al., 2000)

Ao propor trabalhar com o ensino por projetos, Nehring et al. (2000) apresentam etapas que orientam o planejamento das atividades, destacando que a forte interação dos estudantes durante o processo faz com que o planejamento prévio deva ser revisto a cada etapa, repensado, reconduzido, mediado etc. Os detalhes de cada etapa serão apresentados no capítulo 3, seção 3.3, organização das aulas.

Pelo apresentado acima, resalto o quanto a proposta é interessante em alguns aspectos, possui forte identificação com a proposta pedagógica da escola onde se desenvolveu o projeto, contempla aspectos humanistas ao respeitar as individualidades e a estruturação do grupo, além

de favorecer a constante ação-reflexão-avaliação do professor ao longo do processo, vivenciando de fato a sua própria prática.

3 METODOLOGIA DE TRABALHO

Como as observações que foram feitas envolviam um ambiente específico, a técnica empregada foi a de pesquisa-ação, uma vez que minha ação enquanto pesquisadora e a do grupo de estudantes na busca da resposta à questão central, ocorreriam ao longo do desenvolvimento do projeto de modo cooperativo e participativo.

De acordo com Gil (2007), dentre as técnicas aplicáveis na coleta de dados desse tipo de pesquisa temos a observação participante, que em nossa pesquisa foi realizada pelos registros no diário de campo, consistindo das anotações referentes às aulas e aos diálogos estabelecidos com os demais participantes. Material que foi utilizado de forma predominante no relato do processo e que deu origem às discussões e reflexões que geraram a interpretação dos resultados.

Refletimos como os estudantes responderam às atividades propostas e às dificuldades que surgiram no processo de se resolver a situação problema. E também como os conceitos factuais, conceituais, procedimentais e atitudinais foram apropriados. Refletimos também sobre a percepção e a apropriação da prática pedagógica de estudo através de projetos, avaliamos durante o processo o papel da professora

Os registros foram feitos durante as aulas sempre que possível ou após as aulas e na semana em que as aulas aconteceram. Os trabalhos produzidos pelos estudantes foram coletados e ou fotografados. O lançamento do foguete foi filmado. Desta forma foi possível reviver as aulas e atividades desenvolvidas, o que facilitou a análise e as reflexões realizadas.

Considerando os objetivos desejados, segue-se a descrição dos sujeitos da pesquisa e do local onde ocorreu o trabalho, bem como a metodologia seguida na estruturação das aulas e o planejamento das aulas.

3.1 Sujeitos da pesquisa e descrição do local

A pesquisa foi desenvolvida na Escola Cooperativa Galha Azul. A escola foi pensada para que houvesse somente uma turma por ano e atualmente possui todas as turmas funcionando desde o maternal do Ensino Infantil até o 3º Ano do Ensino Médio, com um máximo de 12 estudantes por ano.

Os professores estão organizados em uma cooperativa, a Cooperativa de Trabalhos Educacionais de Lavras Ltda., desde 1998, que presta serviços educacionais à Associação de Pais, mantenedora da Escola Cooperativa Galha Azul.

A cada mês, os professores reúnem-se para estudar os teóricos que embasam o trabalho e para tratar de assuntos de interesse coletivo, como a preparação de uma aula que seja motivadora e significativa, avaliação e ou planejamento de atividades coletivas e oficinas; entende-se que a formação do professor deve ser contínua. Acredita-se que tudo tem um significado e que é importante saber e conhecer as razões daquilo que se faz.

A educação que se deseja na escola é aquela que proporciona o desenvolvimento da autonomia, do auto respeito, da autoestima, da responsabilidade, da empatia, da solidariedade e respeito para com os outros; além da aprendizagem dos conteúdos formais. Não há carteiras, mas sim mesas e cadeiras, professores assentam-se junto com estudantes, estimula-se o diálogo e a negociação.

Os estudantes de cada turno e os professores elaboram coletivamente a cada início de ano um contrato de trabalho explicitando as regras de convivência, bem como os deveres de cada um e o que ocorrerá caso as regras não sejam cumpridas. Os materiais e o lanche na escola são coletivos. A assembleia escolar se reúne sempre que necessário para decidir sobre assuntos de interesse coletivo.

O programa de ensino seguido para o ensino médio é o oficial, proposto pelos PCNEM (BRASIL, 1999), sendo que os professores têm liberdade de fazer as adaptações que julgarem necessárias, sempre em diálogo com a coordenadora pedagógica do turno e levando-se em conta o perfil das turmas. Adota-se o livro texto Física – contexto e aplicações¹.

A avaliação é diária, não há provas previamente marcadas, porque se considera que a aprendizagem é contínua e acontece em cooperação, não é um produto que deve ser conferido. Assim, a aprendizagem dos estudantes é acompanhada através de sua participação e envolvimento com as propostas de estudo levadas pelo professor, desenvolvidas em sala de aula, a partir da explicação que os estudantes apresentam ao relatar a resolução dos exercícios propostos no livro texto e outros que a professora propõe, ou trazidos pelos próprios estudantes; a partir da investigação de questões ou problemas propostos pela professora e/ou pelos estudantes, leitura do livro texto e explicação feita pelos estudantes daquilo que entenderam, confecção de cartazes, colagens ou desenhos sobre as ideias e conceitos apresentados no livro texto e debatidos em aula, ou preparação e apresentação de uma esquete sobre o assunto discutido. Utiliza-se como recurso de estímulo e motivação fatos cotidianos e ou acontecimentos noticiados pela mídia e que tenham ligação com a Física e as perguntas que os

1 MÁXIMO, A., ALVARENGA, B. Física – Contextos & Aplicações 1º Ano – Ensino Médio. São Paulo, Ed. Scipione, 2015.

próprios estudantes fazem a partir das observações que realizam em sua vida cotidiana e dos fatos e descobertas que vivenciam.

Durante o desenvolvimento desse trabalho eu lecionava quatro conteúdos, Biologia, Química, Física e Educação Sexual, os conteúdos de Química e Física eram alternados em 7 aulas por semana, uma semana de Física e uma semana de Química.

O trabalho foi desenvolvido com estudantes do 1º Ano do Ensino Médio e iniciou-se no início de setembro do ano de 2018. Foi interrompido devido à comemoração do aniversário da escola época em que os estudantes estão ocupados com a finalização do livro artesanal da turma e do projeto do Seminário Cultural. Encerrou-se no primeiro semestre de 2019, com a mesma turma já no 2º Ano do Ensino Médio. A turma é única, com seis estudantes entre 15 e 17 anos ao final de 2018 e no primeiro bimestre de 2019, com quatro estudantes remanescentes, dois estudantes saíram da escola, e uma nova estudante, ingressando na escola no 2º ano do Ensino Médio. Os estudantes remanescentes fizeram uma síntese para a nova estudante daquilo que havia sido trabalhado em 2018, para inseri-la no contexto do projeto.

Apesar da turma ser composta por poucos estudantes, é uma turma bastante heterogênea em vários aspectos. Os motivos para termos turmas com estudantes com características tão distintas não é o foco desse trabalho, porém o fato é relevante na análise da proposta de ensino.

3.2 Definição da situação problema

Relatar, analisar e avaliar as respostas e o aprendizado dos estudantes, bem como aprender, analisar e avaliar o papel da professora no processo de ensino utilizando-se como estratégia de ensino a busca de resposta a uma situação problema, no intuito de propiciar o envolvimento e o aprendizado ao desenvolver um projeto interdisciplinar, é que foi proposta uma situação problema que motivasse o desenvolvimento e a compreensão dos conceitos e da fundamentação teórica presentes no tema estruturador Leis de Newton e Leis de Conservação.

Nehring et al. (2000) sugerem que ao pensarmos em um problema, devemos considerar problemas utilitários ou problemas culturais, sendo que qualquer um dos dois deve estar presente na realidade vivenciada pelo estudante. Considerando os conceitos que tínhamos interesse em trabalhar, consideramos um problema até o momento fictício, no sentido que a situação não é uma realidade, mas que consideramos estar presente em nossas mentes, seja pelos avanços tecnológicos já alcançados, seja pelos filmes exibidos nos cinemas ou mesmo pelos alertas sobre como nosso planeta vem sofrendo em decorrência das ações humanas.

Assim, consideramos nos aventurarmos em uma viagem ao espaço sideral, contexto que exige compreender a relação entre força e movimento, o equilíbrio entre os corpos, as interações entre os corpos, como o atrito afeta o movimento dos corpos, como colocar um satélite ou um foguete em órbita ou como sair da órbita e ganhar o espaço, como se dão as transformações de energia nesta aventura, qual a relação entre força e energia. Enfim, identificamos na viagem espacial um tema envolvente que requer o estudo e a compreensão das Leis de Newton e das Leis da Conservação.

Na escolha do tema não foram considerados ou pensados, exclusivamente os conteúdos conceituais, vislumbramos que, ao contextualizar o tema com os estudantes, estaríamos alertando sobre o fato que a vida como a conhecemos e até onde sabemos só existe aqui, no planeta Terra, o que nos leva a pensar sobre a importância de se preservar o único lar que conhecemos.

3.3 Organização das aulas segundo a metodologia de Projetos

As atividades foram planejadas tomando por base os trabalhos de Nehring et al. (2000) e de Seabra (2014) e organizados em etapas, a saber:

Etapa 1- Apresentação da proposta de trabalho e sondagem inicial

Etapa 2- Panorama de investigação

Etapa 3- Consulta aos especialistas e às especialidades

Etapa 4- Indo à prática

Etapa 5- Investigação disciplinar

Etapa 6- Organizando os conhecimentos obtidos

Etapa 7- Elaboração do produto solicitado

O estudo sobre o movimento dos corpos e suas causas envolve conhecer as forças envolvidas e suas intensidades, as condições de equilíbrio impostas aos movimentos e suas implicações na variação destes.

Em um primeiro momento, foi pensado junto ao orientador deste trabalho, uma situação e questão central que envolvessem os estudantes no projeto, de forma que ficassem motivados a participar do projeto. Uma vez definida a situação problema e a questão central, elaborou-se a forma de abordagem dos estudantes, pensando-se em motivá-los para o trabalho a ser

desenvolvido. A equipe composta pelos estudantes e professora foi quem determinou a duração de cada momento, de acordo com os objetivos, necessidades e disponibilidade, buscando alcançar o seu fim.

Considera-se que a situação problema pode ser construída pela turma, mas conforme destacado, existe uma intenção de contemplar alguns conceitos físicos específicos e, portanto, o problema foi levado aos estudantes conforme descrito abaixo:

A Terra foi devastada e os recursos praticamente se esgotaram e a única possibilidade de sobrevivência dos seres humanos é estabelecer uma colônia fora de nosso planeta e os estudantes do primeiro ano são alguns dos poucos sobreviventes. O que levou à questão: Como fariam para sair da Terra e chegar com segurança a outro local para colonizá-lo? Que ações e ou conhecimentos seriam necessários?

A busca das respostas a estas questões requer o conhecimento de conceitos e do formalismo matemático ligados ao tema estruturador que motivou o projeto.

3.3.1 Planejamento das aulas

A seguir apresento o planejamento das aulas, lembrando que, devido à dinâmica da proposta de ensino, o planejamento não foi totalmente pré-elaborado a cada aula um replanejamento da aula seguinte era realizado em função do desenvolvimento da aula anterior. É o replanejamento que apresentamos a seguir.

Etapa 1- Apresentação da proposta de trabalho e sondagem inicial

Aulas 1 e 2

Objetivos de ensino: explicar que a proposta de trabalho a ser desenvolvida com os estudantes nesta etapa do curso faz parte do trabalho de conclusão de curso a ser realizado pela professora para obtenção do título de graduada em licenciatura em Física. Apresentar a proposta de trabalho por Projeto que se baseia em uma questão a ser respondida ou um problema a ser investigado e solucionado. Dizer que se espera que a partir da busca por respostas seja construído seu conhecimento. Explicar o que é a metodologia por projetos. Esclarecer e sensibilizar os estudantes sobre a importância de sua participação no desenvolvimento das atividades. Sensibilização a partir do vídeo “O Pálido Ponto Azul”.

Descrição da atividade: apresentar a proposta de trabalho. Explicar a metodologia de trabalho por projeto. Ouvir os estudantes sobre como se sentem a respeito desta proposta e sobre a perspectiva de se trabalhar desta forma. Explicar que assistiremos um vídeo cujo texto foi

escrito por Carl Sagan a partir de uma imagem feita pela sonda espacial Voyager 1, em 1990. Assistir ao vídeo: “Nós estamos aqui: o pálido ponto azul”. <https://www.youtube.com/watch?v=EjpSa7umAd8&t=8s> acesso em 02/12/2019. Dialogar sobre as percepções que tiveram e os sentimentos despertados. Perguntar: a) o que chamou a sua atenção? Justifique? b) quais os questionamentos que têm em mente a partir das informações vistas? Socializar as respostas e recolher as folhas com os registros. Apresentar informações à respeito da Voyager 1.

Aula 3

Objetivos de ensino: apresentar a situação imaginária que nos leva à questão problema. Apresentar a questão problema para levantamento das caixas pretas a partir das respostas dadas pelos estudantes. Solicitar que os estudantes registrem suas respostas, recolhê-las. Despertar seu interesse e curiosidade, fazendo-os refletir sobre como seria feita a tarefa. Instigá-los a refletir e responder à questão.

Descrição da atividade: situação: *Imaginando que a Terra foi devastada e os recursos praticamente se esgotaram e que a única possibilidade de sobrevivência dos seres humanos é estabelecer colônia fora de nosso planeta e vocês do primeiro ano são alguns dos poucos sobreviventes. Questão: Como fariam para sair da Terra e chegar com segurança a outro local para colonizá-lo? Que ações e ou conhecimentos seriam necessários?* Solicitar aos estudantes que listem as ações e conhecimento necessários para sair da Terra em segurança e chegar a outro planeta.

Etapa 2 - Panorama da investigação

Aula 4 e 5

Objetivos de ensino: levantar as caixas pretas diretamente relacionadas à questão central: como sair da Terra?

Descrição da atividade: promover a socialização das respostas dadas à questão central. Debater com os estudantes aquelas relacionadas à necessidade primordial que é colocar um foguete em órbita, escapar da gravidade da Terra. Recolher as respostas dadas para levantamento das caixas pretas a serem abertas. Solicitar que façam uma pesquisa inicial sobre como colocar um foguete em órbita.

Aula 6 e 7

Objetivos de ensino: ampliar a percepção dos estudantes com relação à uma viagem espacial.

Descrição da atividade: ampliar a percepção dos estudantes com relação à uma viagem espacial.

Etapa 3 – Consulta aos especialistas e às especialidades

Aulas 8 e 9

Objetivos de ensino: definir quais as caixas que serão abertas, qual será o foco do projeto e listar os especialistas a serem consultados.

Descrição da atividade: sistematizar as informações apresentadas selecionando aquelas que são relevantes para responder à questão central do projeto; listar os conceitos científicos relacionados ao lançamento de um foguete e de como escapar da força de atração gravitacional. Selecionar aqueles que necessitam ser melhor compreendidos. Esclarecer que aqueles relacionadas à Física são de responsabilidade do professor e dos estudantes enquanto que aqueles de caráter interdisciplinares seriam feitos através de pesquisas realizadas pelos estudantes.

Etapa 4 – Indo à prática

Aulas 10 e 11

Objetivos de ensino: a partir da listagem feita na aula anterior verificar que caixas pretas estão relacionadas à Física e identificar as áreas relacionadas - Leis de Newton, gravitação e leis de Conservação. Recordar os conceitos de força e suas aplicações, identificar o conceito de inércia em corpos parados e em movimento – 1ª Lei de Newton.

Descrição da atividade: aula dialogada: diferenciar o conceito físico vetorial de força do senso comum. Conceituar força e apresentar unidades de medida. Apresentar as ideias de Aristóteles e de Galileu sobre força de movimento. Realizar atividades simples para demonstrar o conceito de inércia. Fazer a leitura e solicitar registro no caderno da Primeira Lei de Newton. Solicitar que façam um desenho representativo. Para casa: resolver as questões do verifique o que aprendeu.

Etapa 5 – Investigação disciplinar.

Aulas 12 e 13

Objetivos de ensino: apresentar as condições de equilíbrio de uma partícula. Reconhecer a ação e reação como forças mútuas aplicadas em corpos distintos – 3ª Lei de Newton.

Descrição da atividade: aula dialogada e atividade prática: colocar as moedas no copo. Discutir casos em que mais de uma força atua sobre um corpo e como se obtém a sua resultante. Relacionar o equilíbrio de forças com a 1ª Lei de Newton. Realizar a atividade experimental:

Barco – questão: como colocar o barco em movimento? Discutir a 3ª Lei de Newton a partir da atividade do barco. Para casa: exercícios verifique o que aprendeu do livro texto.

Aula 14

Objetivos de ensino: corrigir os exercícios que foram de dever. Discutir se as leis de Newton estudadas nos ajudam a resolver o problema em questão do projeto.

Descrição da atividade: um de cada vez faz a leitura de uma questão e o estudante à sua esquerda apresenta sua resposta; discute-se se houver discordância, cada um apresenta seus argumentos e verifica-se a partir do que se estudou, o correto.

Aula 15 e 16

Objetivos de ensino: fazer a diferenciação entre força de atrito estático, força de atrito estático máxima e força de atrito cinético.

Descrição da atividade: através de uma atividade experimental. Discutir porque se torna mais “fácil” o movimento de um corpo após ele entrar em movimento. Apresentar as equações para cálculo das forças de atrito estático e cinético. Calcular os coeficientes de atrito estático máximo e cinético para as superfícies utilizadas na atividade experimental.

Aula 17 e 18

Objetivos de ensino: discutir quais forças estão envolvidas no lançamento de um foguete, identificar estas forças, discutir o que teria que acontecer para o foguete ser lançado. Discutir a relação entre força, massa e aceleração – 2ª Lei de Newton. Conceituar força resultante. Diferenciar massa de peso. Apresentar as unidades de força e massa no sistema MKS e SI.

Descrição da atividade: solicitar que façam um desenho que represente as forças envolvidas no lançamento de um foguete. A partir do desenho que fizerem conceituar força resultante. Discutir através de exemplos a relação entre força, massa e aceleração. Enunciar a 2ª Lei de Newton. Solicitar que façam a leitura do texto Massa e Peso e registrem no caderno as ideias centrais do texto. Socializar os registros.

Para casa: exercícios verifique o que aprendeu sobre a leitura.

Aula 19

Objetivos de ensino: explorar situações de aplicação da 2ª lei de Newton. Discutir exemplos que explorem situações no plano horizontal, inclinado e vertical.

Descrição da atividade: ler e discutir exemplos de situações em que a 2ª Lei de Newton é aplicada para o estudo de alguns movimentos. Resolver exercícios selecionados do livro texto.

Aula 20 e 21

Objetivos de ensino: avaliar a resistência do ar nos movimentos.

Descrição da atividade: analisar a queda com resistência do ar. Diálogo inicial sobre a relação entre a resistência do ar e a velocidade de queda. Analisar o exemplo de uma gota de chuva em queda sob a ação de seu peso e da força de resistência do ar. Relembrar como atua a força de resistência no caso do lançamento de um foguete. Discutir porque um ônibus espacial necessita de usar um paraquedas ao pousar. Fazer exercícios verifique o que aprendeu.

Aula 22 e 23

Objetivos de ensino: por que um satélite não cai? O que o mantém em órbita? O mesmo se aplica a um foguete? Estas questões orientaram o estudo das forças no movimento circular – a força centrípeta.

Este é um parâmetro a ser considerado quando se quer lançar um foguete rumo a uma determinada direção no espaço.

Descrição da atividade: analisar situações em que a força centrípeta está presente.

Realizar atividade prática para se verificar que se o raio da trajetória for constante, o valor da força centrípeta será tanto maior quanto maior for a massa do objeto e quanto maior for a sua velocidade. Verificar através desta atividade que se a força centrípeta deixa de existir, qual é a trajetória do objeto. Explicar o erro conceitual do termo “força centrífuga” Apresentar a equação para cálculo da força centrípeta. Para casa: pesquisar como a Apollo 11 saiu da órbita terrestre em direção à Lua?

Aula 24 e 25

Objetivos de ensino: Verificar a apropriação dos conceitos trabalhados. Resolver exercícios selecionados dos Problemas e testes (livro texto pag. 195 à 197).

Aula 26

Objetivos de ensino: Promover a socialização da pesquisa do dia 23 - como a Apollo 11 saiu da órbita terrestre em direção à Lua? Verificar se relacionam o que foi estudado com a resposta que encontraram.

Descrição da atividade: os estudantes devem apresentar o resultado de sua pesquisa. Questioná-los quanto às respostas obtidas e como as relacionam com o que estudamos até aqui.

Aula 27 e 28

Objetivos de ensino: escrever a ficha de Autoavaliação bimestral.

Descrição da atividade: escrita da Autoavaliação do bimestre.

Aula 1 e 2 - Início 2019

Objetivos de ensino: recordar e resgatar as atividades e conceitos trabalhados em 2018 através de uma tempestade de palavras, para apresentar à nova estudante um esboço do projeto em curso.

Descrição da atividade: apresentar-me à nova estudante e solicitar que os colegas se apresentem. Ouvir a apresentação da nova estudante e as expectativas dos estudantes para o ano. Registrar as falas dos estudantes sobre o projeto e aprendizagens no quadro, organizando-as em tópicos para fazer um “mapa” dos conceitos trabalhados. Verificar quais caixas ainda necessitam ser abertas e programar junto com os estudantes como será a sequência do estudo.

Aula 3 e 4

Objetivos de estudo: investigar o conhecimento prévio dos estudantes. Apresentar os sistemas geocêntrico e heliocêntrico.

Descrição da atividade: Iniciar com questionamento sobre o conhecimento que têm de astronomia e gravitação. Ouvir as respostas e solicitar que desenhem os modelos que conhecem sobre o movimento dos astros no céu. Assistir ao vídeo: Dicas da TV Escola [21] “Geocentrismo x Heliocentrismo”. <https://www.youtube.com/watch?v=As-mpth3jaw> , acesso em 02/02/2019. Solicitar que comparem com os modelos que desenharam, dialogar sobre as comparações que fizeram. Conversar sobre o movimento de laçada de Marte e a tentativa de Ptolomeu de explicar este movimento, propondo um novo modelo. Fazer a leitura do texto introdutório de gravitação do livro e responder às questões do verifique o que aprendeu.

Aula 5

Objetivos de ensino: ensinar o processo para desenhar uma elipse e utilizá-lo para construir a órbita de Plutão e da Terra e de um cometa. Compará-las.

Descrição da atividade: dividir a turma em 2 grupos. Perguntar o que é uma elipse. Ouvir as respostas dos estudantes. Explicar como desenhar o modelo de elipse. Cada grupo deve desenhar uma elipse e as elipses das órbitas dos planetas. Para casa: Ler o texto sobre as leis de Kepler, do livro.

Aula 6 e 7

Objetivos de ensino: utilizar os modelos construídos pelos grupos, discutir as Leis de Kepler. Apresentar a Lei de Gravitação Universal e discutir a ideia de força de ação à distância.

Descrição da atividade: Debater sobre a leitura realizada e verificar através de questionamentos a compreensão dos estudantes das Leis de Kepler; enfatizar o papel de Tycho Brahe. Solicitar que registrem as Leis nos modelos construídos, registrando as unidades utilizadas e sua definição. Fazer o verifique o que aprendeu sobre as leis de Kepler. Perguntar: O que mantém os planetas em sua órbita?

A partir das respostas debater sobre como Newton aproximou a mecânica terrestre com a mecânica celeste por meio da força centrípeta. Apresentar a lei de Gravitação Universal e solicitar registrem no modelo construído as leis de Kepler a lei de Newton da gravitação e as

grandezas e unidades envolvidas. Para Casa: verifique o que aprendeu, problemas e testes sobre o assunto trabalhado.

Aulas 8, 9 e 10

Objetivos de ensino: corrigir Para Casa passado na aula anterior.

Descrição da atividade: Correção dos exercícios dever. Assistir ao vídeo: “O movimento retrógrado dos planetas”, https://www.youtube.com/watch?v=w1_KcpB0xwo&t=5s, acesso em 12/03/2019. Recordar conceitos trabalhados. Para casa: Testes e questões

Aula 11 e 12

Objetivos de ensino: discutir o experimento de Cavendish e a determinação da massa da Terra a partir de seu experimento. Discutir o efeito do campo gravitacional sobre o foguete e como superá-lo. Dar a conhecer que a equação para cálculo da velocidade resulta do fato que a força de atração da Terra sobre o satélite é que proporciona a força centrípeta necessária para que esse movimento orbital ocorra. **Descrição da atividade:** Explicar o que é um satélite estacionário e quais as condições para que seja estacionário. Solicitar que expliquem o experimento que foi feito e como se pode determinar a massa da Terra. Debater sobre o efeito do campo gravitacional e registrar as respostas sobre como superá-lo. Apresentar as equações para o cálculo da velocidade necessária para colocar um satélite em órbita. Enfatizar que essa velocidade é a velocidade horizontal que deve ser comunicada ao satélite para que entre em órbita na distância necessária. Calcular a distância da órbita de um satélite estacionário. Relacionar com as transmissões de TV.

Aula 13 e 14

Objetivos de ensino: a partir da 2ª Lei de Newton e da Lei de Gravitação Universal calcular o valor de g , discutindo sobre porque varia. Relacionar com o fato das bases de lançamento de foguetes se situarem próximas ao equador.

Descrição da atividade: iniciar perguntando: o valor da aceleração da gravidade é o mesmo em todo o planeta Terra? Que fatores influenciam no valor de g ? Debater. Fazer a leitura do texto Variações da aceleração da gravidade. Perguntar, a partir do que já aprendemos, por que as bases de lançamento de foguetes e naves espaciais situam-se próximas ao Equador? Debater. Fazer: verifique o que aprendeu.

Para Casa: pesquisar quais são e qual a localização das bases de lançamento espaciais existentes no mundo.

Aula 15

Objetivos de ensino: recolher as pesquisas sobre as bases. Recordar equações e conceitos trabalhados.

Descrição da atividade: ouvir o que encontraram e discutir as razões das bases de lançamento de naves espaciais estarem próximas ao equador. Exercícios: problemas e testes selecionados.

Aulas 16 e 17

Objetivos de ensino: avaliação da unidade Gravitação.

Descrição da atividade: tempestade de palavras e escrita de texto. Escrever texto Autoavaliação.

Aulas 18 e 19

Objetivos de ensino: discutir o conceito físico de trabalho. Unidades de medida. Diferenciar trabalho positivo de negativo.

Descrição da atividade: iniciar com diálogo sobre a diferentes formas como nos locomovemos e a sobre as fontes das energias utilizadas para os movimentos listados pelos estudantes e as substâncias que produzem movimentos. Solicitar que deem exemplos. Discutir o conceito de trabalho na física, unidade de medida, tipo de grandeza e condições para que uma força realize trabalho. Fazer exercícios verifique aprendeu.

Aula 20 e 21

Objetivos de ensino: discutir o conceito de potência e sua unidade. Discutir o conceito de energia e energia cinética relacionando trabalho e energia cinética.

Descrição das atividades: iniciar com discussão sobre a necessidade de muitas vezes ser necessário que uma força realize trabalho no menor tempo possível. Utilizar por exemplo o trabalho de uma bomba d'água para elevar a água até uma caixa d'água. Apresentar o conceito de potência, analisar a expressão e unidade de medida no SI. Descobrir o que significa cavalo vapor. Através de um experimento imaginário introduzir o conceito de Energia cinética e demonstrar sua relação com a 2ª lei de Newton. Relacionar Trabalho e Energia Cinética. Discutir o Princípio da Conservação de Energia. Para casa: verifique o que aprendeu.

Aula 22

Objetivos de ensino: Discutir o conceito de energia potencial gravitacional. Relacionar trabalho da força peso com a energia potencial gravitacional.

Descrição da atividade: iniciar com discussão sobre porque um objeto que cai de certa altura sobre nós, pode nos machucar. Apresentar como se calcula a energia potencial gravitacional e a relação entre esta e trabalho. Medir a energia potencial de uma bola de tênis à certa altura, soltá-la e discutir porque ela não retorna à posição inicial. Perguntar o que houve com a energia que ela possuía. Registrar cálculos do exemplo. Para casa: verifique o que aprendeu sobre energia potencial.

Aulas 23 e 24

Objetivos de ensino: apresentar o conceito de energia potencial elástica. Relacionar o trabalho da força elástica com a energia potencial elástica.

Descrição das atividades: correção do dever de casa. Usar o simulador Phet sobre Lei de Hooke. https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/hookes-law acesso em 02/2019. A partir das atividades feitas no simulador, escrever as expressões matemáticas para o cálculo da força elástica, trabalho desta força e a relação entre trabalho e energia potencial elástica. Fazer exercícios verifique o que aprendeu.

Aulas 25 e 26

Objetivos de ensino: discutir por que o trabalho realizado independe da trajetória escolhida. Discutir conservação de energia e suas transformações.

Descrição das atividades: relembrar o experimento de queda de uma pluma e uma bola de bilhar no ar e no vácuo. Discutir a questão da trajetória. Introduzir o conceito de força conservativa e dissipativa. Voltar ao experimento com a bola de tênis e discutir o princípio de conservação da energia. Trabalhar com o simulador https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/energy-skate-park acesso em 02/2019. Fazer exercícios verifique o que aprendeu.

Aula 27 e 28

Objetivos de ensino: apresentar e avaliar as aplicações da conservação de energia.

Descrição das atividades: recordar algumas ferramentas simples de uso diário: alavancas, roldanas e eixos e rampas. Discutir as vantagens de seu uso, perguntar porque facilitam o trabalho. Resolver exemplos sobre o assunto. Decidir assunto da oficina a ser feita com os estudantes do Ensino Fundamental 1.

Aula 29

Objetivos de ensino: montar oficina sobre o sistema solar e a comemoração dos 50 anos do homem na Lua.

Descrição das atividades: decidir junto com os estudantes como apresentar o sistema solar. Estudar a história da viagem à Lua, data, astronautas, foguete utilizado, nave, etapas, etc. Decidir a forma de apresentação e data. Montar oficina.

Aula 30 e 31

Etapa 6 – Organizando os conhecimentos obtidos (1ª parte)

Objetivos de ensino: construir modelo.

Descrição das atividades: construção do Modelo em escala de volume do Sistema Solar.

Decidindo o que cada estudante vai falar. Seleção das fotos sobre a viagem à Lua para montagem da apresentação.

Etapa 5 – Investigação disciplinar-continuação

Aulas 32, 33, 34 e 35

Objetivos de ensino: exercícios sobre o estudo de Conservação de energia.

Descrição da atividade: solicitar a resolução dos problemas e testes selecionados do livro texto.

Correção exercícios. Discutir as dúvidas.

Aula 36

Objetivos de ensino: apresentar uma síntese dos conhecimentos adquiridos.

Descrição da atividade: Realização da oficina com o turno da tarde.

Aula 37 e 38

Objetivos de ensino: avaliar com os estudantes o trabalho feito na oficina. Fazer a autoavaliação.

Descrição das atividades: avaliação oral, dizer o que foi bom; o que precisa melhorar e sugestões. Escrita do texto de Autoavaliação sobre Conservação da Energia.

Aula 39 e 40

Objetivos de ensino: introduzir o conceito físico de Impulso e quantidade de movimento.

Descrição das atividades: contextualizar, quando se diz que algo precisa de um impulso, como é dado esse impulso? Discutir apresentando exemplos do dia a dia. Apresentar as equações de Impulso e quantidade de movimento. Analisar a equivalência de unidades e exemplos dados. Para casa: exercícios verifique o que aprendeu.

Aula 41 e 42

Objetivos de ensino: corrigir o para casa verificando se houve compreensão do assunto. Analisar a quantidade de movimento de um sistema de partículas. Diferenciar forças internas de forças externas.

Descrição das atividades: promover a socialização das respostas dadas aos exercícios do para casa, um estudante de cada vez vai ao quadro expor sua resposta. Recordar a definição de sistema, delimitar um sistema, discutir forças internas e externas, analisar a quantidade de movimento total do sistema. Solicitar a resolução dos exercícios do verifique o que aprendeu. Para casa: ler conservação da quantidade de movimento, pag. 320 à 321 do livro texto.

Aula 43

Objetivos de ensino: analisar as condições para que a quantidade de movimento se conserve.

Descrição das atividades: Dialogar sobre o texto que foi passado como dever. Solicitar que expliquem quais as condições para que a quantidade de movimento se conserve. Analisar

dinâmica de lançamento de um foguete a partir da discussão sobre a conservação da quantidade de movimento.

Aula 44 e 45

Objetivos de ensino: resolver exercícios sobre conservação para fixação dos conceitos. Analisar os tipos de colisões.

Descrição das atividades: orientar a resolução dos exercícios sobre conservação da quantidade de movimento. Solicitar que leiam o texto “Forças impulsivas e colisões” no livro texto e que expliquem os conceitos com exemplos do dia a dia de colisões diretas e oblíquas, elásticas e inelásticas. Perguntar se em uma colisão eles julgam que a quantidade de movimento se conserva, analisar o caso de uma explosão. Resolver exercícios verifique o que aprendeu.

Etapa 6 – Organizando os conhecimentos obtidos

Aula 46 e 47

Objetivos de ensino: relacionar o que se estudou até aqui com a questão central do projeto. Discutir a proposta dos estudantes construção e lançamento de um foguete.

Descrição da atividade: Aplicar um exercício sobre a conservação do movimento no lançamento de um foguete. Discutir as respostas dadas. Discutir a proposta de construção do foguete.

Aula 48 e 49

Objetivos de ensino: descobrir como construir um foguete.

Descrição das atividades: Assistir ao vídeo “Construção de um foguete” <https://www.youtube.com/watch?v=JNFAAksbO08&t=2772s> acesso em maio/2019. Decidir qual foguete e listar os materiais necessários

Aula 50

Objetivos de ensino: construir o foguete.]

Descrição das atividades: construção do foguete e decidir a data e dia do lançamento.

Etapa 7 – Elaboração do produto

Aula 51, 52 e 53

Objetivo de ensino: filmar os preparativos para o lançamento e o lançamento do foguete.

Descrição das atividades: instalar a base de lançamento, lançar o foguete. Filmar os preparativos para o lançamento e o lançamento.

Aula 54 e 55

Objetivos de ensino: descobrir como ditar o vídeo, construir um vídeo explicando o lançamento do foguete e respondendo a questão central do projeto. Edição do vídeo.

Aula 56

Objetivos de ensino: Fazer uma avaliação geral do projeto

Descrição da atividade: avaliação oral de cada estudante. Elogiamos; criticamos e sugerimos.

4 RELATO DAS ETAPAS, ANÁLISES E REFLEXÕES

As aulas são relatadas a seguir, considerando-se as etapas de desenvolvimento do projeto. Como o projeto é dinâmico, na medida em que as aulas transcorriam, o planejamento era adaptado para atender as demandas e curiosidades dos estudantes, conforma já foi salientado.

Conforme apresentado no planejamento, o projeto foi desenvolvido ao longo de um grande número de aulas, acarretando em uma grande quantidade de dados coletados. Porém, como o nosso foco está na visão macro do envolvimento e aprendizado dos estudantes e a apropriação da professora pelo uso da estratégia de ensino, o relato se dará para cada etapa, portanto suprimindo várias aulas e dando ênfase a episódios considerados de destaque em cada uma das etapas.

4.1 Relato das Etapas

Etapa 1 – Apresentação da proposta de trabalho e sondagem inicial.

Ao se fazer a proposta de se estudar utilizando a metodologia de projetos, percebeu-se que os estudantes ficaram motivados e mostraram-se dispostos a participar do projeto da professora e também em desenvolver o projeto de estudo.

A partir da conversa inicial e antes de assistir ao vídeo programado, solicitou-se aos estudantes que fizessem um desenho sobre a concepção de universo deles.

Com o propósito foi investigar o conhecimento prévio de cada um e também obter uma orientação para as abordagens a serem feitas na sequência das atividades assistimos ao vídeo “Nós estamos aqui: O Pálido ponto azul”, filme feito por David Fu sobre texto de Carl Sagan e com narração dele próprio e legendado por Giovani Tassi. Após assistirmos ao vídeo foi explicado aos estudantes que a Voyager 1 é uma sonda espacial que foi lançada ao espaço em 1977 para estudar os planetas Saturno e Júpiter e que prosseguiu para o espaço interestelar após cumprir sua missão.

Os estudantes foram convidados a expressar os sentimentos despertados ao assistirem ao vídeo e algumas questões foram lançadas para que os estudantes refletissem e pudessem debater. Que conhecimentos e tecnologias foram necessários ou envolveram a viagem da Voyager 1? Que leis da física estão envolvidas na viagem da Voyager?

Solicitou-se que listassem as tecnologias envolvidas no lançamento desta sonda e que possibilitou também a foto que motivou o texto de Carl Sagan e o vídeo. Também foi solicitado que registrassem suas impressões sobre a mensagem do vídeo.

Os estudantes ficaram sensibilizados, emocionados com a beleza e a forma como o texto de Carl Sagan é apresentado, chamou-lhes atenção o fato que em uma foto tirada de tão longe não somos nada além de um pixel e todos foram unânimes em concordar com o autor, sobre o quão desimportante parecemos ao sermos vistos assim de longe e sobre a urgência de se preservar a Terra e dos seres humanos cuidarem-se e tratarem-se melhor uns aos outros.

Com relação às tecnologias envolvidas na foto, os estudantes relataram os sinais, referindo-se à forma como a informação (foto) chegou até a Terra a partir da Voyager 1; sensores fotossensíveis para capturar a imagem; fonte de energia que manteve a Voyager funcionando e enviando os sinais; propulsores para que pudesse mudar de rumo no espaço, câmera boa para captura da imagem; resistência, aqui referiam-se ao fato da Voyager 1 ainda estar enviando dados; muita pesquisa, para desenvolvimento das tecnologias e conhecimento da área que envolve o lançamento de uma sonda; vontade de conhecer e determinação, referindo-se ao fato de que o feito exigiu estudo, esforço e dedicação para ser planejado e executado.

Ao final da socialização das impressões dos estudantes, foram dadas algumas informações sobre o programa Voyager², organizado e implementado pela Agência Espacial Nacional norte americana, através de uma apresentação organizada pela por mim, contando-lhes sobre o propósito da sonda e explicando que o projeto envolveu o lançamento de duas sondas e que a Voyager 1 foi lançada após a Voyager 2. Disse-lhes ainda que a trajetória da sonda 1 favoreceu a observação dos satélites Io e Titã e não permitiu que ela fosse para Urano e Netuno, seguindo para o espaço interestelar, saindo do sistema solar em direção oposta à Pioneer 10, sonda lançada em março de 1972. Todos acharam interessante o fato da Voyager 1 levar um disco de cobre revestido a ouro com informações sobre a nossa civilização, incluindo a imagem do Cristo Redentor e gravações de músicas clássicas e saudações em 55 línguas,

2 <https://www.tecmundo.com.br/ciencia/121695-especial-40-anos-voyager-missao-especial-duradoura-da-historia.htm> (Acesso em 17/12/2019).

incluindo a portuguesa. Ficaram também admirados em saber que a Voyager 1 é o mais distante objeto feito pelo homem, que partiu da Terra e que está distanciando-se do Sol a uma velocidade relativamente mais rápida que qualquer outra sonda. Notou-se aqui o respeito e a admiração pelo trabalho das pessoas envolvidas num evento dessa magnitude e as informações suscitaram muita conversa à respeito dos limites e possibilidades da ciência e dos seres humanos.

Ao socializar as respostas, durante o diálogo, um dos estudantes propôs que assistíssemos ao filme “Interestelar”, e os outros colegas se mostraram entusiasmados com a proposta. O problema proposto foi inspirado no filme e considerou-se que seria interessante que tal ocorresse uma vez que se mostraram motivados e isto poderia contribuir para que se empenhassem em resolver a questão foco. Discutimos qual seria o melhor dia, uma vez que o filme é longo e ao pesquisarem sobre o tempo de duração viram que necessitaríamos de 4 aulas. Sugeri que assistíssemos em 2 etapas pois tínhamos aulas geminadas em 2 dias seguidos; assim foi feito, assistimos ao filme nas aulas seguintes.

A história do filme intrigou os estudantes, havíamos estudado a velocidade relativa a partir da Teoria da Relatividade Restrita de Einstein e assistir ao filme permitiu que os estudantes “vivenciassem” os efeitos da dilatação do tempo, do efeito da gravidade sobre o tempo; acharam interessante a solução que é dada para que os astronautas não sofram o efeito da microgravidade durante a viagem. Foi motivador assistir ao filme e interessante perceber a satisfação que tiveram por poderem compreender melhor o que já haviam estudado, possibilitando-lhes entender a narrativa do filme.

Na sequência das aulas apresentou-se a situação imaginária, que é semelhante à do filme assistido, que nos levou à questão foco do problema:

Situação: Imaginando que a Terra foi devastada e os recursos praticamente se esgotaram e que a única possibilidade de sobrevivência dos seres humanos é estabelecer colônia fora de nosso planeta e vocês do primeiro ano são alguns dos poucos sobreviventes. Diante disso, como fariam para sair da Terra e chegar com segurança a outro local para colonizá-lo? Que ações e conhecimentos seriam necessários?

Questão central: Como colocar um foguete em órbita e na rota para outro local?

Debateu-se intensamente as questões, os estudantes começaram a pensar sobre o que seria necessário para realizar tal empreitada e então solicitou-se que listassem as ações necessárias, o que seria necessário conhecer e fazer. Isto foi deixado como dever de casa e nos conduziu para a etapa 2 do trabalho.

Etapa 2 – Elaboração do panorama de investigação

Os estudantes socializaram seu dever. O registro feito por eles segue abaixo:

Estudante 1: Colocar o foguete na vertical para a decolagem, depois acelerar um pouco, não podendo ter uma aceleração muito elevada para não haver uma força g que o corpo humano não aguenta. O foguete precisa ser aerodinâmico pelo menos enquanto estiver na atmosfera.

Estudante 2: Precisariamos de um foguete potente, uma produção de comida, um combustível ou alguma forma de propulsionar que dure e seja potente. Módulos de pouso, fazer a rota de destino, planejar horários, água e um sistema de filtro perfeito.

Estudante 3: Precisariamos empurrar o chão para que ele empurre a gente, também precisariamos de coletes de chumbo, usaríamos por três dias para nos acostumarmos com a gravidade, calcular uma rota, mantimentos e mudas para a produção de uma horta, usaríamos uma mola para fazermos a força necessária para subir.

Estudante 4: Foguete, muito combustível, oxigênio, fazer uma rota e muita coragem.

Estudante 5: Levar toda a tecnologia que temos, uma espaçonave grande para caber tudo que precisamos. Teríamos que nos adaptar ao novo planeta. Conseguir gerar energia e outras coisas básicas como alimento, água, oxigênio. A espaçonave nós mesmos faríamos com o que restou de materiais e ela teria que ser resistente e capaz de suportar a viagem.

Estudante 6: Faltou e não entregou.

Relacionei as respostas no quadro, comentei cada uma dizendo que gostei que alguns pensaram na operacionalidade da viagem, pensaram em questões práticas como comida, água, ar para respirar, horário de atividades, saber para onde ir e ter coragem.

Dialogamos a respeito da questão central e perguntei que imaginando que o foguete existe, e a tecnologia existe, como fariam então para colocar esse foguete em órbita?

Disse-lhes que pensando que temos que escapar da força de atração da Terra, gostaria que focássemos nesta questão. Disseram que o foguete tem que ser aerodinâmico. Solicitei que esclarecessem por quê? Segue abaixo o diálogo, registrado no diário de campo:

Estudantes:

- Para vencer a força de resistência do ar.

Professora:

- Que força é essa? (Poderia ter perguntado como ela interfere?)

Estudantes:

- É aquela que se opõe ao movimento de subida, por isto tem que ser aerodinâmico, fica mais fácil.

Professora:

- Vocês disseram que o foguete tem que ser colocado na vertical, me expliquem por quê.

Estudantes:

- É o caminho mais curto.

Professora:

- Então basta ter o foguete, basta ele ser aerodinâmico e colocá-lo na vertical que saímos da Terra?

Estudantes:

- Não, temos que saber o peso do foguete, para saber quanto de combustível teremos que usar.

Professora:

- Então tá, se tivermos combustível à vontade e soubermos o peso, basta ligar o foguete e lá vamos nós para o espaço?

Estudantes: - Não. É preciso uma força para cima para impulsionar o foguete e esta força vem da queima do combustível. Outro disse: “Eu ainda acho que podemos usar uma mola, apertar a mola com o foguete, soltar um peso de cima do foguete e assim ele ganha impulso”

Professora: Basta que o foguete ganhe impulso? E o que é esse impulso que vocês estão falando?

Estudantes: Ele tem que ganhar velocidade, ter aceleração.

Professora: Quanto de velocidade? Qual aceleração? Como será a trajetória?

Aos poucos foram percebendo que responder à questão exigiria um pouco mais de estudo e pesquisa.

Solicitei que fizessem uma pesquisa na tentativa de responder com mais detalhes a questão central.

Na aula seguinte, constatei que a pesquisa solicitada não foi feita. Um estudante respondeu que bastava a lei da ação e reação para colocar o foguete em órbita. Concordei com o estudante, porém enfatizei que era necessário elaborar melhor esta resposta, pois não explicava como vencer a força de atração da Terra sobre o foguete nem como seria possível ao foguete entrar em órbita e depois escapar dessa órbita em direção ao planeta escolhido para colonizar.

Etapa 3 – Consulta aos especialistas e às especialidades

Sugeriu-se então que lessem o texto: “**Viagem Espacial – Uma Visão Geral**”, de Norma T. O. Reis³.

O texto foi subdividido em três partes e os estudantes divididos em 3 grupos, cada grupo ficou com a tarefa de fazer a leitura de sua parte, fazer os registros de pontos que julgassem relevantes e socializar com a turma, ficando a tarefa para ser apresentada na aula seguinte.

Na apresentação das leituras foi possível perceber que apenas dois estudantes haviam registrado os pontos que julgaram relevantes e os apresentaram, outros haviam feito a leitura sugerida uma vez que discorreram sobre o assunto, mas todos trabalharam individualmente e o argumento para tal é que não tinham como se encontrar. Foi necessária uma conversa com os estudantes, para lembrá-los que o trabalho é coletivo e quando um não cumpre a tarefa, todo o trabalho fica comprometido. Foi dado como dever de casa que todos deveriam então fazer a leitura completa do texto.

Os estudantes trouxeram novas questões a partir da leitura: porque é necessária uma quantidade tão grande de combustível? Um estudante respondeu que quanto mais combustível, mais você pode acelerar, mais potência tem o foguete. Questionei, o que é potência? A resposta foi que mais força o foguete tem para subir.

Outro estudante comentou sobre o avião SR77, avião militar que atinge o Mach 3.5. O que é Mach? Outro estudante perguntou. Pediram para usar o celular e fazer a pesquisa. Consultaram no Google e descobriram que Mach é um número adimensional também chamado de número Mach e equivale à razão entre a velocidade do objeto que se desloca em um meio fluido e a velocidade das ondas sonoras nesse meio. Descobriram também que o Lockheed SR – 71 Blackbird, avião de reconhecimento estratégico dos EUA, que operou entre 1964 a 1998, e alcançava o Mach 3,35, foi o mais rápido da história.

A partir das discussões realizadas, listou-se então as perguntas, que seguem abaixo:

- a) Como escapar do campo gravitacional da Terra?
- b) Qual a aceleração necessária para escapar da força de atração gravitacional da Terra?
Como determiná-la?
- c) Existe uma velocidade determinada para que o foguete entre em órbita? Como determiná-la?
- d) Como é a força necessária para impulsionar o foguete? Que força é essa?
- e) Existe atrito com o ar. Como minimizar este efeito sobre a nave espacial?

3 <https://educacaoespacial.wordpress.com/recursos-2/materiais-de-estudo/conteudos/astronautica/> (Acesso em set/2018).

- f) Quais os efeitos da aceleração no corpo humano?
- g) Quais os efeitos da microgravidade sobre o corpo humano?
- h) Quais são as forças sobre a nave (foguetes), ao ser lançada, até atingir a órbita desejada?
- i) Qual a quantidade de combustível necessária e porque se necessita de uma quantidade tão grande?

A partir das perguntas feitas, identificaram-se os temas diretamente ligados à área da Física que se desejava desenvolver: Leis de Newton, Gravitação, Leis da Conservação, Hidrostática e Hidrodinâmica. Verificou-se os especialistas e especialidades que deveriam ser consultados para obter-se as informações sobre os temas. Selecionou-se então aquelas diretamente ligadas às caixas pretas da Física. Esclareceu-se que para responder a estas questões, os estudantes poderiam contar com a professora, uma vez que ela era a especialista na área. Entretanto foi deixado claro para os estudantes que eles tinham total liberdade para consultar outros especialistas na busca pela resposta da questão central.

Etapa 4 – Indo à prática

Iniciou-se recordando as questões elaboradas na etapa anterior e verificou-se que duas das questões poderiam ser respondidas a partir de pesquisa, consultando-se o professor de Biologia ou um médico e explicou-se que não seriam objeto de estudo nas próximas etapas. Quais os efeitos da aceleração no corpo humano? E quais os efeitos da microgravidade sobre o corpo humano? Solicitou-se que os estudantes pensassem na sequência em que as outras deveriam ser respondidas. Segue-se a organização feita pelos estudantes:

- a) Quais são as forças sobre a nave (foguetes), ao ser lançada, até atingir a órbita desejada?
- b) Existe atrito com o ar. Como minimizar este efeito sobre a nave espacial?
- c) Como é a força necessária para impulsionar o foguete? Que força é essa?
- d) Existe uma velocidade determinada para que o foguete entre em órbita? Como determiná-la?
- e) Qual a aceleração necessária para escapar da força de atração gravitacional da Terra? Como determiná-la?
- f) Como escapar do campo gravitacional da Terra?

- g) Qual a quantidade de combustível necessária e porque se necessita de uma quantidade tão grande?

Combinei com os estudantes que fariam pesquisas buscando encontrar as respostas para as questões elencadas e que as apresentações ocorreriam nas aulas seguintes.

Etapa 5 – Investigação disciplinar

Nesta etapa foram discutidos os princípios envolvidos no lançamento de um foguete e sempre se voltou à questão central do projeto, fazendo com que os estudantes raciocinassem e dessem respostas mais elaboradas, utilizando os conhecimentos que iam adquirindo.

As aulas sobre as Leis de Newton, Gravitação e Leis da Conservação foram feitas conforme o planejamento da professora. As discussões estiveram voltadas de modo a responder as questões elencadas na etapa anterior e à questão central.

Na medida em que as aulas foram acontecendo, os estudantes foram dando respostas, expressando suas ideias de acordo com as informações e conhecimentos que possuíam, como por exemplo, basta a combustão e os gases (ação) empurram o chão, e o chão reage (reação) e impulsiona o foguete.

Disse-lhes que deveríamos pensar e elaborar melhor as respostas, a partir dos estudos que estávamos fazendo.

A partir de um esquema feito no quadro solicitei aos estudantes que informassem as forças que estão agindo no foguete e disseram: força peso (vertical e para baixo), reação do chão sobre o foguete (vertical e para cima). Estas foram desenhadas sobre o foguete. Perguntou-se, mas essa reação sobre o foguete, é reação a quê? Respondeu-se: a força de ação da queima dos combustíveis sobre o chão (vertical e para cima) e que acontece por causa da queima do combustível.

Outro estudante disse, então essa força de reação precisa ser maior, porque precisa de uma resultante para cima, senão ele não sai do chão, não terá o impulso. Os outros estudantes concordaram. E outro disse, precisa ainda de superar o atrito com o ar e chegar na órbita.

Eu disse, vamos considerar que esta força resultante é suficiente para superar todas as forças que se opõem ao movimento e denominei-a de empuxo.

Um estudante disse que foguetes têm um desenho aerodinâmico, por isso, para ajudar a vencer essa força de resistência.

Outro estudante disse que o material de que é feito deve ser resistente para aguentar esse atrito.

Eles estavam pensando, raciocinando, elaborando melhor as respostas,

Nas aulas de gravitação estudamos sobre a velocidade necessária para se colocar um satélite em órbita e que estes são lançados por foguetes e, ainda que, Newton soubesse como fazer, não dispunha da tecnologia necessária.

Uma observação que um dos estudantes fez durante o estudo foi então quer dizer que o foguete é utilizado para se lançar a nave que vai ao espaço ou um satélite. E outro estudante respondeu que era exatamente isso.

Durante as aulas de Gravitação (já em 2019), convidou-se os estudantes a construir o modelo do sistema solar com base no volume dos planetas, a pesquisar sobre as características gerais de cada planeta, explicar o movimento de rotação e diferenciá-lo do de translação e a pesquisar sobre a viagem e chegada do homem à Lua em 1969. Este trabalho resultou em montagem de uma oficina, que foi aplicada para os estudantes do turno da tarde, de 2º ao 5º ano, com a intenção de prepará-los para a participação na OBA - Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica, trabalhando-se com eles um pouco de astronomia e astronáutica e contribuindo para sua alfabetização científica.

Esta prática de se preparar oficinas com os estudantes mais velhos e realizá-las com os estudantes da tarde acontece desde que iniciei na escola, com diferentes turmas e com os mais variados assuntos. É uma forma de trabalho bastante motivadora tanto para os mais velhos, como para os mais novos que ficam empolgados e todos aprendem. Os pequenos participaram com atenção e entusiasmo e fizeram muitas perguntas. Este trabalho motivou o tema do livro artesanal do segundo ano do Ensino Fundamental e os cartões de aniversário recebidos por mim por ocasião de meu aniversário.

Com estudo sobre as Leis de Conservação foi possível descobrir qual a velocidade de escape necessária à nave de modo que ela ficasse livre da força de atração gravitacional. Descobriu-se que com uma velocidade de lançamento de 11,2 km/s a nave estaria afastada o suficiente do planeta e livre de sua atração gravitacional. Mas descobriu-se também que a velocidade de lançamento do foguete teria que ser bem maior, porque as forças dissipativas sobre corpos com aquela velocidade são grandes e não podem ser desprezadas.

Nesta parte o projeto já se alongara muito e os estudantes já se mostravam ansiosos. Como forma de motivá-los, coloquei a possibilidade da construção de um foguete. O que os animou bastante.

Analisamos a dinâmica de lançamento de um foguete a partir da conservação da quantidade de movimento. Uma vez que os estudantes compreenderam o que eram forças internas e externas de um sistema de partículas e sabendo que se a resultante das forças externas

que atuam em um sistema for nula a quantidade de movimento do sistema se conserva, analisou-se como um foguete funciona com base no princípio de conservação da quantidade de movimento. Considerando que não há forças externas atuando sobre o foguete, a quantidade de movimento se conserva, ou seja: $q_i = m \cdot v_i$.

Analisamos o que ocorre quando o combustível é queimado; os gases resultantes dessa queima vão sendo expulsos, o que reduz a massa do foguete. Como a quantidade de movimento final tem que ser igual à inicial: $q_f = q_i$, então, resulta que a velocidade final do foguete aumenta para compensar a perda de massa, assim, quanto mais rápido o foguete queima seu combustível, maior será a aceleração adquirida. Assim, a quantidade de movimento do foguete é igual a quantidade de movimento dos gases expelidos.

Ao final do estudo sobre as leis de Conservação, em especial sobre a conservação da Quantidade de Movimento, foi proposto um exercício em que os estudantes deveriam desenhar os estágios de lançamento de um foguete e explicar como o foguete ganharia velocidade e aceleração. Esta atividade foi realizada sem a minha presença que por motivo de doença não pude comparecer às aulas. Somente 4 estudantes estavam presentes e foi acompanhada pela coordenadora de turno. Posteriormente, foram discutidas as respostas e os estudantes reavaliaram suas respostas, quando necessário, a partir das discussões e consultas feitas às anotações registradas nos cadernos de cada um.

Etapa 6 – Organizando os conhecimentos obtidos

Entendemos que construir e lançar um foguete de garrafa Pet seria uma forma de se organizar os conhecimentos adquiridos.

Assistimos ao vídeo “Como montar um foguete”⁴ apresentado pelo professor João Canalle da UFRJ, coordenador da OBA-Olimpiada Brasileira de Astronomia e Astronáutica.

Decidiu-se montar o foguete de garrafa Pet e utilizar como combustível a mistura de bicarbonato e vinagre. Relacionou-se os materiais necessários para montagem do foguete, da base e para o combustível; também foi decidido quem ficaria responsável por providenciá-los, ficando a professora com a responsabilidade de comprar alguns materiais, e os estudantes se responsabilizaram por outros.

4

http://www.oba.org.br/sisglob/sisglob_arquivos/ATIVIDADES%20PRATICA%20XI%20MOBFOG%20de%202017_1.pdf (Acesso em 03/12/2019).

No primeiro dia da montagem, rapidamente dividiram as tarefas colocando em ordem de prioridade: construção do foguete (2 estudantes), da base de lançamento (3 estudantes). Os estudantes seguiram o roteiro de orientação para montagem do foguete e base da OBA. Trabalharam com atenção e empenho. Lixaram os canos que serviriam para construção da base, os quais eu levava já cortados na medida correta, e conexões (cotovelos e T) para poder colar. Furaram as tampas dos canos para inserir e colar as válvulas de pneu de bicicleta que serviriam, uma para pressurização e outra para despressurização.

Pensar em como fazer para que o tubo que ficaria a 45° fosse colado nesse ângulo foram tarefas que exigiram diálogo e negociação quanto ao modo de fazer. Optou-se por fazer um quadro de papelão e cortá-lo na diagonal e dessa forma teriam o ângulo necessário para orientar a posição do tubo. Cada estudante com a sua habilidade escolheu a tarefa que queria fazer, mas todos se ajudaram e por vezes se revezaram na tarefa de montar a base e o foguete.

Na aula seguinte, finalizaram o gatilho que prenderia o foguete à base de lançamento, foi calculado e pesado a quantidade de bicarbonato a ser inserida no foguete, e preparado o balão com 50 g de água como sugerido nas instruções. Este balão foi inserido na ponta do foguete e era um parâmetro livre podendo ser maior ou menor.

Com o foguete e a base construídos, programou-se o lançamento para uma quinta-feira à tarde, negociamos com o professor de Matemática que nos cedeu as aulas. Por questões de segurança foi realizado no campo de futebol da UFLA.

No dia do lançamento os estudantes decidiram usar um preservativo masculino para reservatório do vinagre, uma vez que não conseguiram encher o balão com vinagre, pois este não é tão elástico como o látex. Utilizou-se um tubo de um metro para inserir o vinagre no preservativo. Com tudo pronto lançou-se o foguete. O foguete demorou a sair da plataforma de lançamento (é necessário alcançar uma certa pressão) e houve um pequeno vazamento da mistura. Agitei um pouco o conjunto foguete e combustível para facilitar a reação entre o vinagre e o bicarbonato de sódio liberando dióxido de carbono, aumentando a pressão interna e assim promover o lançamento do foguete ao ejetar os gases, um dos estudantes deu um tapinha na base do foguete e este arremessou saindo da base.

Uma das estudantes ficou na arquibancada filmando todo o evento.

Mediu-se o alcance, que foi de 73 m. Os estudantes ficaram eufóricos por terem conseguido lançar o foguete. E começaram a planejar o próximo lançamento, planejando quanto de combustível usariam e discutindo se iriam variar a quantidade de água do balão da ponta.

As discussões e debates foram deixados para outro dia, o tempo da aula havia terminado.

Etapa 7 – Elaboração do produto

A partir da filmagem realizada, pretendíamos fazer um vídeo explicando como um foguete é lançado e os princípios envolvidos em seu lançamento. Este seria o nosso produto final, mas infelizmente isto ainda não foi feito. Estávamos em junho e os estudantes se ocuparam com as atividades da semana do meio ambiente e depois dos festejos juninos e acabamos por não editar o vídeo.

Avaliamos as atividades desenvolvidas durante o projeto solicitando aos estudantes que dissessem o que foi bom, o que não foi, no sentido de que pena, e que dessem sugestões para melhorarmos. As respostas foram compiladas e registradas no diário de campo e estão relatadas abaixo.

Foi bom: assistir aos vídeos e filmes (todos); os debates, planejar e realizar a oficina para a turma do ensino fundamental, construir e lançar o foguete, filmar; descobrir que lançar um foguete não é uma tarefa fácil e exige estudo e preparação. Descobrir que não foi fácil enviar três astronautas à Lua. Refletir sobre a colonização de outro planeta, seria muito mais difícil e caro, mesmo com as tecnologias que dispomos hoje e conclui que devemos levar mais a sério a fala de Carl Sagan no vídeo que assistimos, o planeta Terra é o único lar que conhecemos e devemos cuidar bem dele. A sensação de dever cumprido.

Não foi bom: o projeto foi longo, ter que fazer leituras e exercícios; a sensação de que talvez não conseguíssemos realizar a tarefa. O fato de nem todos cumprirem os combinados e prazos e nem todos participaram de todos as atividades.

Sugestão: fazer projetos mais curtos; respeitar prazos e combinados; fazer as tarefas e cumprir compromissos assumidos e prazos, fazer menos exercícios.

4.2 Análises e reflexões

O estudo sobre o movimento dos corpos e suas causas envolve conhecer as forças envolvidas e suas intensidades, as condições de equilíbrio impostas aos movimentos e suas implicações na variação destes. Conhecer as Leis de Newton e as leis da Conservação e aprender que a partir deste conhecimento o ser humano pode desenvolver uma série de artefatos tecnológicos, compreender melhor diversos fenômenos e realizar a aventura de sair da Terra é uma forma de se entender o mundo que nos cerca e de se estar nele de forma consciente, sabendo que a ação de cada um pode influenciar o todo. A vida como a conhecemos só existe no planeta Terra e, portanto, é imprescindível pensar sobre a importância de se preservar o único lar que

conhecemos, questão que pode e por nossa concepção de formação básica, deve ser discutida nas aulas de Física.

Portanto, a busca de solução para a questão pensada implica no conhecimento de conceitos como força, velocidade, aceleração, energia cinética e potencial, quantidade de movimento e conservação da quantidade de movimento e por este motivo julgou-se que ela se adequava ao estudo, com significação, das Leis de Newton e Lei da Conservação dos movimentos na perspectiva de formação de estudantes reflexivos.

Pensando na metodologia adotada, percebe-se que os estudantes ficaram motivados com a proposta de desenvolver seu estudo através de um projeto havia, portanto, a disposição para aprender, que, segundo Rogers (1973), é fundamental.

O envolvimento com a proposta também é perceptível. Nehring et al. (2000) afirmam a necessidade de se rever os processos de ensino e aprendizagem. Ao professor convém oferecer aos estudantes a possibilidade de escolher a forma como o conteúdo irá ser estudado e a partir desta escolha, construir e planejar com os estudantes a sequência a ser desenvolvida, isto faz com que se comprometam com o próprio aprendizado.

Confiar na capacidade dos estudantes de aprender, instigar a curiosidade, ajudá-los a descobrir dentro deles a coragem de conhecer, levá-los para além da sala de aula, para descobrir o mundo através dos olhos dos cientistas e a compreenderem que a ciência é antes de tudo uma forma de ver o mundo, dinâmica e mutável, mas que ao mesmo tempo interfere nesse mundo ao mudá-lo; eis a tarefa desafiadora, deixá-los livres para ser quem são, mas com responsabilidade sobre a construção de seu saber. Roger (1969) nos ensinou sobre esta tarefa.

Mas como decidir se não se é desafiado a fazê-lo? Talvez aqui o papel fundamental do professor e que talvez a metodologia de projetos proporcione, a oportunidade de se pensar, mesmo que de forma fictícia, num problema que, a julgar pelo comportamento humano, pode se tornar realidade.

Muitos são os fatores que interferem na aprendizagem, além é claro do desejo de conhecer mas para conhecer é necessário se apropriar dos significados, primeiro do que significa conhecer, e fica claro nas falas e discussões com os estudantes, que estes distinguem perfeitamente o tipo de conhecimento que alguém decidiu que eles devem aprender e o conhecimento que os ajuda a compreender os fatos, fenômenos e o mundo em que vivem e a pensá-lo de uma forma diferente. Um não se dissocia do outro e a proposta de trabalho através da metodologia de projetos tem este caráter abrangente e ao mesmo tempo libertário, porque é o estudante quem decide por que caminho irá, em negociação com o professor.

Estava presente nas falas dos estudantes, alguns dos conceitos que se desejava trabalhar, força, energia, movimento, gravidade, atrito, e também aquilo que os instigava. Foi importante valorizar estes conhecimentos e perceber como utilizá-los. Descobrir como foi feito antes (viagem da Voyager, a viagem à Lua) ou como poderia ser feito (Interestelar) poderia ajudar a resolver a nossa questão. Conhecer a história ou pensar em como ela poderia ser, é descobrir que é importante conhecer as partes para compreender o todo, e isto também é um aprendizado.

Os estudantes estavam cientes que a terceira lei de Newton estava presente na resposta, mas havia mais a ser aprendido. Creio que a tarefa de início lhes pareceu simples e só depois perceberam que era mais complexa. Talvez tenham percebido que conhecer os princípios não lhes garantiria sair da Terra e, talvez a questão central devesse desde o início ser outra ou ter sido feita de forma diferente: quais conhecimentos são necessários para se escapar da força de atração gravitacional, utilizando-se um foguete? Então construir e lançar um foguete, mesmo que de garrafa Pet, ajudou a entender os princípios por trás de uma tecnologia.

O fazer, o construir, motivou bastante os estudantes. Ensinar ao outro implica em que eu deva me apropriar necessariamente do conhecimento, se se tiver a dignidade de ensinar com honestidade, aquilo para o qual o outro se abre. A ciência explica o porquê de determinados fenômenos que são naturais. Foi interessante vê-los explicar aos pequenos o que é o movimento de rotação e diferenciá-lo do movimento de translação, utilizando os pequenos para fazer o papel de planeta e sol, em um esquete. Alguns dos pequenos conheciam os conceitos e sabiam explicar e isto surpreendeu os adolescentes; aprenderam então que não há idade certa para se aprender, mas é necessário ser curioso, ter disciplina e estar disposto a investigar, estudar. Esta disciplina e disposição para o estudo, precisa estar presente na prática do professor na sala de aula, respeitando-se o tempo de cada um, sem esquecer que há um objetivo comum permeando todos as ações, aprender.

A Física é uma forma de compreender e entender a natureza, está presente na vida de cada um, tudo se move e muda e conhecer as razões dos movimentos e descobrir a composição de um planeta, e as possibilidades de a vida acontecer ali, porque quimicamente a vida seria favorecida ou não, como a gravidade possibilitou que houvesse a vida. As possibilidades de conexões se ampliam quando se trabalha com projetos.

Só se aprende a conhecer o rio se nele mergulhamos. Ao trabalhar com esta metodologia, aprendi que a questão precisa ser motivadora e instigar a vontade de conhecer, que um planejamento prévio é necessário, mas ele não é e não pode ser imutável, deve-se estar atento às colocações dos estudantes e perceber nas falas e nos corpos os caminhos por onde seguir, para que não esmoreçam. Os estudantes precisam saber de seu progresso e muitas vezes não se

apercebem disto e é preciso verbalizar para eles, retomar o estudado e sintetizar, e não se desviar da questão central. Há uma programação, uma direção a ser seguida, uma intencionalidade no ensino e o professor deve estar ciente disto, para não se perder, saber o que se quer e quais são os valores e princípios por trás desta intencionalidade é de fundamental importância, pois para se fazer um bom trabalho é necessário conhecer as razões de se fazê-lo. É preciso manter o foco.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste projeto era verificar a potencialidade da proposta do Ensino por Projetos em conjunto com a apropriação dessa estratégia por mim, a professora autora desse trabalho, bem como refletir sobre a minha prática.

Verificamos que trabalhar com projetos possibilita o trabalho com estudantes motivados e interessados. A partir das atividades realizadas percebemos que houve a apropriação dos conteúdos quando ouvimos os estudantes utilizando os termos corretos ao discutirem, por exemplo, como fazer para que o empuxo fosse maior e conseqüentemente o alcance também; quando constatarem com admiração o enorme feito que foi a viagem à Lua e refletem sobre o esforço dos astronautas em permanecer tanto tempo em condições adversas e o quanto isto exigiu de disciplina e estudo. Quando se ouve um estudante que em geral não se posicionava, assumir a responsabilidade e dizer “pode deixar que eu filmo”.

O trabalho com este projeto demonstrou que o aprendizado por parte dos estudantes se amplia e vai além dos conceitos, possibilitando-lhes aprender sobre as relações entre as pessoas e o mundo que as cerca, sobre o valor do cuidado de uns com os outros e do cuidado com o ambiente, e também a percepção quão dinâmica é a vida e a ciência.

Depois do trabalho realizado, percebo que ainda me prendi a padrões aprendidos. A compreensão dos conceitos e dos princípios envolvidos no lançamento de um foguete, não necessitava de um caminho tão longo e este talvez tenha sido meu maior aprendizado, sair do lugar comum, arriscar a fazer diferente e confiar em minha capacidade para fazê-lo.

Foi importante refletir sobre a minha própria prática e registrar os acontecimentos, para poder reprogramar quando necessário, perceber a disposição dos estudantes para realizar determinadas atividades e aproveitá-las para que aprendessem, recordar o que já foi feito para poder progredir, não perder de vista a questão ou questões que se quer responder.

Uma preocupação que tenho como professora é a de não dar respostas prontas, e levar os estudantes a refletir, pensar para encontrar soluções para os problemas que se deparam. Trabalhar com a metodologia de projetos proporciona isto.

Este trabalho me permitiu ao refletir sobre a minha própria prática, descobrir que posso trabalhar com mais leveza, posso ser séria e não ser rígida, descobrir a riqueza que é fazer registros sobre os acontecimentos diários e aprender com eles que posso fazer diferente da próxima vez. Aprendi que a disciplina e organização nos registros diários facilitam o desempenho do professor.

Observar e refletir sobre a minha forma de trabalhar trouxe-me uma maior clareza a respeito de mim mesma como professora, de como trabalho, de como posso fazer diferente, de como é o meu fazer e como posso melhorar, descobrir novos caminhos. Aprendi que só o estudo não basta, é preciso praticar, analisar, refletir e reorganizar o fazer.

REFERÊNCIAS

- ALARCÃO, L. **Ser professor reflexivo**. In: ALARCÃO, L. (Org.). **Formação reflexiva de professores: estratégias de supervisão**, Porto; Porto Editora, 2000.
- BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC, 1999.
- BRASIL, SEMTEC. **PCNs+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília, MEC, 2018.
- CARVALHO, A. M. P. **A pesquisa no ensino, sobre o ensino e sobre a reflexão dos professores sobre seus ensinios**. In *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v.28, n.2, p. 57-67, jul./dez. 2002:
- DA ROSA, A. ; ROSA, C. **Ensino da Física: tendências e desafios na prática docente**. *Revista Iberoamericana de Educación*, Vol. 43, No. 1, 2007.
- FOUREZ, G. **Crise no ensino de ciências?** *Investigações em ensino de ciências*, v. 8, n. 2, p. 109-123, 2003.
- GASPAR, Alberto. **Cinquenta Anos de Ensino de Física: Muitos Equívocos, Alguns Acertos e a Necessidade do Resgate do Papel do Professor**. Artigo apresentado no XV Encontro de Físicos do norte e Nordeste. 1997.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- GIL, D.; TORREGROSA, J. M.; RAMÍREZ, L.; CARRÉE, A. M.; GOFARD, M.; CARVALHO, A. M. P. **Questionando a didática de resolução de problemas: elaboração de um modelo alternativo**. In: *Cad.Cat.Ens.Fís.*, Florianópolis, v.9,n.1: p.7-19, abr.1992.
- NEHRING, C. M. et al. **As Ilhas de Racionalidade e o Saber Significativo: o ensino de ciências através de projetos**. *Ensaio. Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo horizonte, MG, v. 2, n. 1, p. 1-19, 2000.
- PERRENOUD, P. **As competências para ensinar no século XXI: a formação dos professores e o desafio da avaliação**. Tradução de Cláudia Schilling e Fátima Murad. Porto Alegre: Artmed, 2002. 176p.
- RAYS, O. A. **Trabalho pedagógico: hipóteses de ação didática**. Santa Maria, RS, Ed. Palloti, 2000.
- ROGERS, Carl. **Liberdade para aprender**. 2ª. ed. Belo Horizonte: Interlivros de Minas gerais Ltda., 1973. 329p.

SAVIANI, Demerval **Formação de professores:** aspectos históricos e teóricos do problema no contexto brasileiro. Rev. Bras. Educ., Rio de Janeiro, v. 14, n. 40, p. 143-155, abr. 2009.

SEABRA, M. E. F. **Alfabetização científica:** uso de projetos no ensino de Física. 2014. 128 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

SILVEIRA, Denise Tolfo; CÓRDOVA Fernanda Peixoto. **A pesquisa científica.** In: GERHARDT, Tatiana Engel & SILVEIRA, Denise Tolfo (org.). **Métodos de pesquisa.** Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. p. 31-42.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional.** 12. ed. Petrópolis: Vozes, 2011.

ZOMPERO, A. F.; LABURU, C. E. **Atividades investigativas no ensino de ciências:** aspectos históricos e diferentes abordagens. Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte), Belo Horizonte , v. 13, n. 3, p. 67-80, Dec. 2011 .