

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS – UFT
CAMPUS DE ARAGUAÍNA
CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA

LUAN ALVES FERREIRA

EDUCAR PELA MODELAGEM MATEMÁTICA NO CONTEXTO DA STEM PBL

ARAGUAÍNA
2017

LUAN ALVES FERREIRA

EDUCAR PELA MODELAGEM MATEMÁTICA NO CONTEXTO DA STEM PBL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Licenciatura em Matemática como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Matemática.

Orientador: Prof. Deive Barbosa Alves

ARAGUAÍNA
2017

LUAN ALVES FERREIRA

EDUCAR PELA MODELAGEM MATEMÁTICA NO CONTEXTO DA STEM PBL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Licenciatura em Matemática como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Matemática.

Aprovada em: ___/___/___

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Deive Barbosa Alves (Orientador)

Prof. Ms. Rogério dos Santos Carneiro

Prof. Dr. Sinval de Oliveira

*Dedico este trabalho aos meus pais.
Aparecida Alves de Melo e Antônio
Raimundo Ferreira, duas pessoas
maravilhosas, dignas, inigualáveis, que são a
razão de todo o meu esforço e dedicação.*

AGRADECIMENTOS

Neste momento, nada mais do quê justo explicitar publicamente meus agradecimentos às diversas pessoas que durante todo esse período contribuíram para que este trabalho fosse realizado. O mérito e o reconhecimento devem ser pautados, que ao final deste trabalho devo reconhecer a contribuição de diversas mãos. Sendo elas, direta ou indiretamente.

Primeiramente, em especial, quero agradecer ao meu senhor bom Deus, pela vida, pela saúde, pela proteção, pelos ensinamentos, por todas as glórias realizadas em minha vida. Sua proteção e seus ensinamentos foram o meu aparato principal nesta realização. Nunca deixais cair quando a fraqueza vier a mim.

Agradeço a minha família, em especial aos meus pais. Aparecida Alves de Melo e Antônio Raimundo Ferreira, duas pessoas que não mediram esforços no ato de educar para a vida, me dando apoio necessário nessa trajetória. Não deixando de citar ainda aqueles que constantemente contribuíram para este trabalho, pois é na família que se vem o refúgio. Quero agradecer a minha avó, Gasparina Alves de Melo, aos Tios(as), Elisângela Alves de Melo, Eliete, Eliana, Fátima, Divina, José Gaspar, Isanom, Chicão, e em nome destes agradeço aos demais. Agradeço também aos meus irmãos, Leonardo Alves, Luciano, Hiago, Sandielly.

Agradeço aos meus professores da educação básica que tanto contribuíram para a minha chegada até aqui. Em especial agradeço aos professores Igor e Lennicé.

Agradeço muito ao Prof. Dr. Deive Barbosa Alves que tanto contribuiu para este trabalho, pelas orientações e conselhos. Seus ensinamentos foram de total importância para o meu crescimento acadêmico e profissional.

Agradeço aos professores do curso de Licenciatura em Matemática desta instituição, a qual eu tanto criei afeto muito grande durante todo este tempo de vida acadêmica. Em especial agradeço aos professores, Sinval de Oliveira, Freud Romão, Álvaro, José Carlos, Renata, Rogério, Jamur, Claudenice, Misleine, Yokiko, Fernanda Vital, Douglas Fonseca, Deive Alves, Elisângela, Samara, Flávio, os quais contribuíram plenamente para a minha formação.

Agradeço a minha namorada, Ianara Maria da Silva, pelo carinho, pelo amor, afeto, companheirismo, incentivo e dedicação. Cada dificuldade superada se tornou mais fácil por estar ao meu lado.

Agradeço aos amigos e colegas membros do projeto de pesquisa PARTEM, Gabriel, Juliana, Hevellyn e Robson, que colaborarão de forma significativa para a realização deste trabalho.

Agradeço aos servidores desta instituição, em especial aos senhores (as) Francisco, Adriano, Mateus, Maria.

Agradeço aos meus amigos e colegas de turma que conheci, e juntos percorremos ao lado a lado nesta longa e intensa caminhada. Em especial agradeço ao Matheus, Rosalina, Daniel, Eduardo, João Marcos, Ênatta, Raimones, Fernanda, Tarcísio, Jerusalém, Surama, Geisson, Victor, Gabriel, Giovani, Isabelle, Davi, Daniella, Artur, Walysson, Ivoney, Maria Cristina, Vanessa, Teylane, Nelly, Valdivino, Adelson, Cristiano, Cinthia, Maryane, Alyne, Fernandinha, Luana, Romário, Débora Vanessa, Adriely, Rute, Gabriel Di Ângelo.

Agradeço também a todos aqueles que durante todo o momento de participação no Projeto Institucional de Bolsa de Iniciação a Docência – PIBID contribuíram de forma significativa para a minha aprendizagem quanto a Docência. Agradeço aos Professores desta instituição que a mim desempenharam o trabalho de coordenador, professor Freud Romão, Sinval de Oliveira, Douglas Fonseca, e aos professores supervisores, professora Patrícia Silvério, Misleine, Crystiane.

Por fim, Agradeço a CAPES e UFT por desempenharem a função de me auxiliar neste período de formação.

“homem que é o mestre de seu destino, que, com uma consideração deliberada de uma situação total, é um objetivo claro e de grande alcance, que planeja e executa com bom cuidado os propósitos assim formados. Um homem que habitualmente regula sua vida com referência a objetivos sociais dignos reúne imediatamente as exigências de eficiência prática e responsabilidade moral”
(tradução nossa).

William Heard Kilpatrick (1871 – 1965).

RESUMO

Trata-se de uma pesquisa que procura investigar quais as possibilidades dos projetos STEM PBL (Project-Based Learning (PBL) of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM)) em promover o ensino e a aprendizagem de matemática pela Modelagem Matemática. Busca-se apresentar os principais elementos de construção desta investigação pautada em uma prática educativa de ensino da matemática, trabalhada de forma dinâmica e conceitual. Com o objetivo de realizar esta investigação, foram feitas observações e análises sobre a atividade de criação de um “*carrinho impulsionado por uma bexiga*” no âmbito do projeto PARTEM (Produção de Artefatos Tecnológicos para a Educação Matemática (PARTEM)), do curso de Licenciatura e Matemática, da Universidade Federal do Tocantins, Câmpus Cimba. A abordagem de pesquisa utilizada foi à qualitativa. O método de investigação se dispôs de uma Pesquisa Participante – PP. Foi utilizada como instrumento de produção de dados, a entrevista. Os sujeitos investigados foram alunos do curso de Licenciatura em Matemática e Física. O espaço de pesquisa corresponde ao Laboratório de Matemática – LMAT, local onde foram realizados todos os processos da atividade. O embasamento teórico se deu a partir da perspectiva de STEM e Modelagem Matemática. Ao final deste trabalho, diante das informações e dados colhidos, foram notáveis as contribuições deste projeto ao ensino e aprendizagem de matemática. Pela análise dos resultados, é possível ter uma visão que a proposta intensificou uma possibilidade de promover o ensino de matemática pela modelagem por meio de projetos STEM.

Palavras-chave: STEM PBL. PARTEM. Modelagem Matemática. Interdisciplinaridade. Ensino de Matemática.

ABSTRACT

It is a research that investigates the possibilities of the STEM PBL projects (Project-Based Learning (PBL) of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM)) to promote the teaching and learning of mathematics through Mathematical Modeling. Seeks out presents the main elements of the construction of this research based on an educational practice of teaching mathematics, worked dynamically and conceptually. With the objective of carry out this research, observations and analyzes were made on the activity of creating a "bladder driven cart" within the framework of the PARTEM project (Production of Technological Artifacts for Mathematics Education (PARTEM)), of the Licenciatura and Mathematics course, Federal University of Tocantins, Câmpus Cimba. The research approach used was qualitative. The research method was based on a Participant Research – PP. Was used as a data production tool, The interview. The subjects investigated were undergraduate students in Mathematics and Physics. The research space corresponds to the Laboratory of Mathematics - LMAT, where all the processes of the activity were carried out. The theoretical basis was based on the perspective of STEM and Mathematical Modeling. At the end of this work, to the information and data collected, the contributions of this project to the teaching and learning of mathematics were remarkable. By the analysis of the results, it is possible to have a view that the proposal intensified a possibility of promoting the teaching of mathematics by modeling by means of STEM projects.

Keywords: STEM PBL. PARTEM. Mathematical Modeling. interdisciplinarity. Mathematics Teaching.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 01- Modelagem Matemática	23
FIGURA 02- Carrinho confeccionado	34
FIGURA 03- Pergunta de pesquisa	35
FIGURA 04- Alunos realizando as medidas	39
FIGURA 05- Organizando os Dados.....	40
FIGURA 06- Criando o gráfico de dispersão	41
FIGURA 07- Gráfico de dispersão	42
FIGURA 08- 1º passo para a criação de linha de tendência.....	42
FIGURA 09- Opções de linha de tendência	43
FIGURA 10- Linha de tendência	44

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1 STEM PBL (Project-Based Learning (PBL) of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM))	14
2.2 Project-Based Learning - PBL.....	16
2.3 STEM PBL INTERDISCIPLINAR.....	18
2.4 MODELAGEM MATEMÁTICA	19
3 SOBRE OS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA	24
3.1 PESQUISA PARTICIPANTE.....	25
3.2 CONHECENDO O ESPAÇO DE INVESTIGAÇÃO E OS SUJEITOS INVESTIGADOS.....	26
3.3 ENTREVISTA.....	30
4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS.....	33
4.1 CONHECENDO O MODELO MATEMÁTICO DA EQUAÇÃO HORÁRIA DOS ESPAÇOS – (MUV).....	36
4.2 CONSTRUINDO O MODELO MATEMÁTICO.....	38
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
REFERÊNCIAS BIBLIORÁFICAS	50
APÊNDICE A: QUESTIONÁRIO DA ENTREVISTA	54
APÊNDICE B: TRANSCRIÇÃO DA ENTREVISTA DA JULIANA	55
APÊNDICE C: TRANSCRIÇÃO DA ENTREVISTA COM O GABRIEL.....	58
APÊNDICE D: TRANSCRIÇÃO DA ENTREVISTA COM O ROBSON	60
APÊNDICE E: TRANSCRIÇÃO DA ENTREVISTA COM O HEVELLYN.....	62

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho procura apresentar em seu contexto, os principais conceitos e destaques de uma atividade desenvolvida no âmbito de um projeto de pesquisa realizado na Universidade Federal do Tocantins – UFT, câmpus Araguaína. Tal projeto foi nomeado de *Produção de Artefatos Tecnológicos para a Educação Matemática* (PARTEM). Iniciou-se no decorrer do semestre 2016/2, criado e desenvolvido pelo professor Deive Barbosa Alves do curso de Licenciatura em Matemática. O projeto teve como principal objetivo a criação e produção de artefatos Tecnológicos, envolvendo projetos de engenharia, Matemática e Física, com foco, por meio da autoria do discente possibilitar diferentes cenários investigativos para aprender matemática. Por se tratar de um projeto que entrelaça diferentes áreas do saber é necessário expor, de forma sintética, a constituição de minha formação acadêmica por meio dos projetos oferecidos pelo meu curso.

Ao iniciar o curso de Licenciatura em Matemática, o graduando tem como possibilidade, retratar em seu período de curso uma relação de conceitos e conhecimentos que podem ser adquiridos nesse decorrer de tempo. Por se tratar de uma licenciatura, retratei no começo deste processo de aprendizagem, a necessidade de trabalhar com mais ênfase a “Educação Matemática” participando assim de projetos e leituras que pudessem me embasar melhor sobre este assunto. Inicialmente, surgiu a oportunidade de fazer parte do grupo de Bolsistas do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação a Docência – PIBID, que ressalta a importância da introdução do discente no contexto escolar público, podendo desenvolver logo no início desta licenciatura a aprendizagem e habilidade de ser professor, usando de artifícios a colaboração de um supervisor e coordenador de área, que a primeiro momento serão os suportes necessários para este aluno.

Durante este período de graduação, participei deste Subprojeto em duas escolas da rede pública estadual, do município de Araguaína Tocantins. Durante o período de um ano, fui bolsista no Colégio de Aplicação, Localizado na Rua G, número 211, Loteamento Setor Couto Magalhães. Ainda cursando o primeiro período do curso, foi naquela escola que realizei meus primeiros trabalhos como um professor de Matemática em turmas do Ensino Fundamental II, juntamente com outros quatro bolsistas e a supervisora, professora regente do colégio. Realizei aulas expositivas, oficinas, entre outras atividades que faziam parte do planejamento. Assim, neste período foram surgindo os primeiros conhecimentos e aprendizagens relacionadas à Educação Matemática.

Após este ciclo nesta unidade escolar, fui transferido para uma segunda escola da rede estadual pública que tem parceria com o Subprojeto PIBID. A unidade escolar então escolhida pelo coordenador a qual eu faria parte, e a Escola Estadual Marechal Rondon, localizada na Rua Treze de Setembro (Praça Marechal Rondon), número 522, Bairro Neblina. Nesta escola, durante o tempo que estou, mais de dois anos, realizei vários trabalhos relacionados à Educação Matemática, como por exemplo, a escrita de artigos, entre outros.

Com o objetivo de trabalhar com as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), surgiu à possibilidade de participar do PARTEM e compreender um pouco melhor sobre a produção de artefatos tecnológicos, algo pouco desenvolvido no âmbito do Subprojeto PIBID, assim me auxiliando em uma formação mais ampla. Durante o tempo de duração do projeto, foram realizadas algumas atividades que envolviam também questões como projetos de engenharia e Modelagem Matemática, os chamados projetos STEM PBL (Project-Based Learning (PBL) of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM)) no ensino e aprendizagem de matemática. O acrônimo STEM PBL é um termo, em inglês, usado para Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL) de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM). Uma atividade desenvolvida no âmbito do projeto PARTEM, e que é neste Trabalho de Conclusão do Curso – TCC, o foco principal foi a construção de um “carrinho impulsionado por uma bexiga”, promovendo a criação de um modelo matemático a partir dos conceitos de Modelagem Matemática.

Tendo uma visão mais ampla do que são os projetos STEM e, o entrelaço que pode acontecer quando juntado com a Modelagem Matemática no ensino, surgiu à necessidade de compreender: **como os projetos STEM PBL promovem ou possibilitam o ensino e aprendizagem de matemática?** Com isso, o objetivo principal é propor uma possibilidade de se fazer STEM PBL na Licenciatura em Matemática. Nossa hipótese é que uma dessas possibilidades é a Modelagem Matemática.

Para alcançar o objetivo proposto deste trabalho, foi escolhida a abordagem qualitativa de ensino. Segundo Flick (2009, p. 20) “a pesquisa qualitativa é de particular relevância ao estudo das relações sociais devido a pluralização das esferas da vida”. Como método de pesquisa, usamos da Pesquisa Participante (PP), a qual se refere a uma pesquisa que segundo Brandão e Streck (2006, p 104) “os conceitos básicos da pesquisa participante e seus princípios fundamentais provêm de paradigmas, teorias, disciplinas e experiências práticas diferentes”. Como instrumento de produção de dados, utilizamos a Entrevista, compreendendo-a como o instrumento mais adequado para esta pesquisa.

Este trabalho foi dividido em cinco capítulos, onde o leitor encontrará de forma bem dinâmica e de fácil entendimento as ideias expostas. O primeiro Capítulo refere-se à introdução deste trabalho. Em seguida, o segundo capítulo trará a abordagem teórica. No terceiro capítulo o leitor encontrará os conceitos dos procedimentos metodológicos abordados, incluindo o método e o instrumento de coleta de dados. O quarto capítulo apresentará a análise e discussões dos dados, seguido no quinto capítulo das considerações finais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica deste trabalho se faz necessário, pois as teorias estudadas por outros autores relacionadas ao tema foram os suportes que embasaram toda esta escrita. Discutiremos inicialmente o conceito de STEM e Modelagem Matemática no ensino, uma vez que a proposta tem o intuito de relacionar a abordagem de STEM PBL com uma implementação por meio da Modelagem Matemática nas atividades de ensino.

Para embasar a ideia de aprendizagem baseada em projetos de ciência, tecnologia, engenharia e matemática, a ou seja a teoria da STEM PBL, foram estudados e interpretados trabalhos desenvolvidos por alguns autores, do livro intitulado *STEM Project-Based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach*, tendo como editores, Robert M. Capraro, Mary Margaret Capraro e James R. Morgan, da Texas A&M University (Universidade Texas A&M), localizada na cidade College Station, no estado do Texas, Estados Unidos da América.

Na educação a Modelagem Matemática pode ser compreendida com uma estratégia para ensinar matemática a uma pessoa, assim como a STEM PBL ela é recente no cenário educativo e uma das dificuldades de seu uso em sala de aula é a não possibilidade de se ter uma linearidade na estrutura curricular, o que é o modelo usual. Nosso estudo sobre Modelagem e suas funcionalidades no ensino de Matemática, foi pautado nos dizeres dos pesquisadores Bassanezi (2006) e Biembengut (2007).

2.1 STEM PBL (Project-Based Learning (PBL) of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM))

Esta pesquisa tem como objetivo principal propor uma possibilidade de se fazer STEM na Licenciatura em Matemática. A partir disso, devemos então conhecer melhor o que é STEM e quais suas concepções de ensino. Segundo Capraro; Slough (2013, p.01, tradução nossa):

Aprendizagem baseada em projetos (PBL) de ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM) integra princípios de projeto de engenharia com o currículo K-16. Essa integração aumenta a aplicabilidade do mundo real e ajuda a preparar os alunos para o pós-secundário, com ênfase em fazer conexões com o que os profissionais de STEM realmente fazem em seus trabalhos.

Vejamos que, STEM é o acrônimo de quatro disciplinas sociais bastantes conhecidas que, quando ligadas à concepção da Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL), propõem desenvolver nos alunos uma melhor aprendizagem para o ensino pós-secundário, ou seja, a

graduação ou qualquer curso realizado após o término do Ensino Médio. A STEM PBL se diferencia dos outros modelos de ensino, por aplicar e trabalhar projetos de engenharia, fazendo com que o aluno tenha uma visão melhor do mundo real, conseguindo compreender de forma conceituada onde acontecerá a aplicabilidade desse ensino, diferente da matemática que trabalhada de modo tradicional, próxima da zona de conforto, dada como o ensino através do livro didático, direciona o aluno a se perguntar sobre qual a importância daquela matemática na sua realidade de vida. A STEM PBL é conceituado como:

(...) uma tarefa mal definida dentro de um resultado bem definido, situado com uma tarefa contextualmente rica, exigindo que os alunos resolvam vários problemas que, quando considerados em sua totalidade mostram o domínio do aluno de vários conceitos de vários assuntos STEM.” (CAPRARO; SLOUGH, 2013, p.04, tradução nossa).

Essa conceituação de STEM PBL apresenta um novo modelo de ensino, que pode desenvolver no aluno vários conceitos de vários assuntos STEM, tendo como pretensão constituir-se de uma tarefa de melhor aprendizagem. Os autores Capraro; Slough (2013, p.04, tradução nossa) conceituam, ainda, os *resultados bem definidos e a tarefa mal definida*.

Os resultados bem definidos incluem expectativas claras de aprendizado relacionadas a padrões locais, estaduais e nacionais e expectativas e restrições claramente definidas para a conclusão da tarefa. A tarefa mal definida permite aos alunos a liberdade de interpretar o problema, restrições e critérios informados pelo conhecimento da área de assunto para formular soluções diversas que atendam ao resultado bem definido.

Notamos que a tarefa mal definida, trabalhada na STEM PBL, comporta que os alunos desenvolvam de forma libertadora habilidades de interpretar o problema, conhecer, e identificar o assunto trabalhado, podendo estabelecer soluções que entraram na definição de resultado bem definido, onde estão incluídos resultados claros de um bom aprendizado. Os dizeres de Morgan e Slough (2013, p.99, tradução nossa) expressam que “a tarefa mal definida está incluída para aumentar a motivação e o envolvimento dos alunos”. Logo, o trabalho apresenta os resultados bem definidos, onde os “resultados bem definidos garantem duas coisas, expectativas explícitas para o aluno e um resultado adequado para medição e avaliação” (SOARES; VANNEST, 2013, p. 90, tradução nossa). Em seguida, esses autores argumentam que, “resultados bem definidos produzem estrutura, objetivo e compreensão mútua sobre o propósito” do trabalho que os alunos estão realizando (SOARES; VANNEST, 2013, p. 90, tradução nossa).

Do ponto de vista de tais autores há uma diferenciação dos objetivos da STEM PBL para os meios de ensino tradicional, pois ela estabelece em seus modelos estruturais de ensino

a motivação e o envolvimento dos alunos. Essa diferença na sua tarefa, que é dada como uma tarefa mal definida, onde o aluno irá desenvolver a aprendizagem de compreender o objetivo proposto e estabelecer o resultado esperado, permite uma melhor forma de conseguir realizar uma avaliação do aluno.

Os resultados bem definidos possibilitam que alunos de estruturas diferentes, ou seja, comportamentos diferentes de aprendizagem tenham um nível de ensino e aprendizado mais propício, podendo compreender melhor a importância da tarefa, de tal modo que consigam desenvolver melhor as expectativas dos professores em relação aos seus desempenhos (SOARES; VANNEST, 2013).

Os resultados bem definidos, também podem proporcionar, com que alunos diversificados possam a partir da tarefa a si passadas, desenvolver níveis de aprendizagem proporcionais, e ainda realizar escolhas quanto à importância e as expectativas impostas pelos professores aos seus desempenhos (SOARES; VANNEST, 2013).

2.2 Project-Based Learning - PBL

É bem notória que o ensino STEM está ligado a concepção de PBL que já era desenvolvida antes do incremento de STEM no ensino. A integração da PBL como um método de ensino STEM é dado como o que mais se encaixa com esse modelo, observando que essa abordagem se torna necessária quando o objetivo é com que o aluno desenvolva experiências da vida real para conseguir uma melhor aprendizagem (AKGUN, 2013). Segundo esse autor a PBL é:

(...) é um método de aprendizagem que exige que os alunos acessem múltiplas fontes de informação, além de seus professores ou livros didáticos, para resolver problemas complexos da vida real. Ele permite que os alunos compreendam e usem as informações obtidas através da colaboração para aprender um assunto profundamente, e também aprender múltiplos assuntos de STEM ao mesmo tempo, adotando níveis de pensamento de ordem superior (p. 66, tradução nossa).

Podemos notar que, o PBL se torna um método de aprendizagem inovador, que ao mesmo tempo não descarta em seu projeto a não utilização de recursos didáticos e o mais importante ainda, os professores. O PBL procura trabalhar com os alunos de tal modo que eles usem suas fontes de informações tradicionais do ensino, mais que também exige que os mesmos acessem diversificadas fontes de informação que possam responder os problemas complexos da vida real. Desta forma, os alunos compreendem melhor as informações quando trabalhadas de forma colaborativa, projetos executados em grupos, podendo desenvolver aprendizagem conceitual de vários assuntos STEM ao mesmo tempo. Capraro e Jones (2013,

p. 56, tradução nossa) ressaltam que no PBL, “o aprendizado é mais natural e adequado para a construção de uma compreensão conceitual profunda”.

Capraro e Slough (2013, p. 01, tradução nossa) enfatiza um problema em que “A Aprendizagem Baseada em Projetos é frequentemente abreviada para PBL, mas esta sigla é muitas vezes confundida com a aprendizagem baseada em problemas”. Se notarmos esta abreviação é dada pelos seus respectivos nomes em idioma inglês, escrito como *Project-based Learning* (PBL) que significa Aprendizagem Baseada em Projetos, e *Problem-based learning* (PBL) Aprendizagem Baseada em Problemas. Porém, iremos ressaltar neste trabalho, apenas a relação da aprendizagem baseada em projetos com o ensino, seus conceitos e suas contribuições.

O PBL como método de ensino, ainda que pouco conhecido pelos professores, pode fazer com que surjam dificuldades em sua aplicação e conhecimento, dificuldades também em conseguir desenvolver projetos de modelo STEM, por afastar o professor do método tradicional de ensino. Um dos principais motivos que o PBL pode desenvolver nos professores em aplica-lo no ensino, pode estar referente em que o PBL pode ser “(...) uma ponte, discretas, para projetos que abordam questões desafiadoras” (CAPRARO; JONES, 2013, p. 51, tradução nossa). Özel (2013, p. 42, tradução nossa), resalta que, nesse caso, o papel dos professores, é de orientar

[...] o processo de aprendizagem através de questionamentos efetivos e ajudar os alunos a refletir sobre as questões, em vez de fornecer informações diretas.

A aprendizagem baseada em projetos exige que os professores compartilhem o controle do ambiente de aprendizagem com os alunos. Essa mudança nos papéis pode ser difícil para os professores se adaptarem ou, às vezes, confundir os professores que predominantemente ensinaram usando abordagens de ensino tradicionais.

Compreende-se que o professor deve estar atento aos seus deveres e procedimentos a serem tomados em sala de aula quando se for trabalhar com PBL, orientando o processo de aprendizagem, fazendo com que os alunos procurem pensar sobre o projeto, de tal modo que o professor não apresente informações diretas sobre os assuntos. Trabalhar com PBL, e mais ainda, trabalhar com STEM PBL, será um desafio ao professor a cada projeto, onde o ambiente de aprendizagem será diferente do ensino tradicional. Porém, não se pode dizer que na realização do PBL o professor será o único responsável, pois, segundo Özel (2013, p. 43, tradução nossa) “os alunos têm tarefas essenciais no desenvolvimento e execução de PBLs. Recomenda-se que estejam envolvidos durante todo o período de PBL, desde o desenvolvimento dos projetos até as avaliações”.

Quando se relaciona à PBL a STEM, a abordagem educativa se mostra moderna, levando um conhecimento novo a um modelo de ensino velho, de tal forma que trabalhe problemas do mundo real, desenvolvendo conhecimentos e aprendizagens relacionados a vários assuntos, na qual é de função da STEM. “Embora a transição do ambiente de sala de aula tradicional e do ensino pela PBL possa levar tempo e desafiar, os professores em geral reconhecem que os resultados da PBL valem o esforço” (ÖZEL, 2013, p. 42, tradução nossa).

2.3 STEM PBL INTERDISCIPLINAR

O Trabalho com interdisciplinaridade, no contexto escolar, é, ainda, desafiante para professores, pois esse trabalho necessita que o professor desenvolva um ensino diferente envolvendo diversas disciplinas. Segundo Jacobs (2013, apud Capraro; Jones. 2013, p. 52, tradução nossa) podemos entender a interdisciplinaridade “como o envolvimento consciente e a integração de várias disciplinas acadêmicas e métodos para estudar um problema ou projeto central”. Para entendermos melhor isso, temos que, segundo Capraro e Jones, (2013, p. 52, tradução nossa):

PBL é adequado para a instrução interdisciplinar porque naturalmente envolve muitas habilidades acadêmicas diferentes, como leitura, escrita e matemática, é adequado para a construção de entendimento conceitual através da assimilação de diferentes áreas. Por exemplo, os PBL's geralmente abordam habilidades de comunicação escrita e oral porque os estudantes comunicam suas descobertas para seus colegas de classe através de produtos e apresentações escritas.

Observa-se que durante uma execução de STEM PBL interdisciplinar, várias habilidades podem ser desenvolvidas na aprendizagem dos alunos de forma natural. Tal fenômeno é explicado pelo motivo dos alunos terem que apresentar seus trabalhos aos colegas da classe, e não diretamente ao professor, de forma oral e escrita, visando seus produtos ao final do trabalho. Isso pode ser verificado de uma melhor forma, quando Capraro e Jones (2013, p. 51, tradução nossa) afirma que “o STEM PBL é perfeitamente adequado para desenvolver o conhecimento conceitual dos alunos, porque os PBL's bem projetados são inerentemente interdisciplinares e de natureza colaborativa”.

Ao se trabalhar com ensino, o planejamento é um ato indispensável do professor, na STEM PBL interdisciplinar o planejamento deve ser feito visando os objetivos da aprendizagem como ato principal, definindo quais as principais habilidades e competências o professor pretende que o aluno desenvolva ao final do PBL (CAPRARO; JONES. 2013, tradução nossa). O planejamento interdisciplinar, de tal forma, tem proposta de ser feito de forma colaborativa entre os professores, porém, intercalar disciplinas e professores de

diferentes áreas, contempla um caso verdadeiramente não tão fácil. Os pesquisadores Capraro e Jones (2013) apresentam em seu trabalho as dificuldades do trabalho STEM PBL interdisciplinar:

Existem vários fatores que podem reduzir o sucesso de grupos interdisciplinares, incluindo logística, diferenças de personalidade e funções de professores. Logística aqui se refere ao desafio de organizar e encontrar tempos comuns de planejamento para os professores. A administração escolar é fundamental para garantir que os professores sejam apoiados em ter um tempo de planejamento comum. As diferenças de personalidade também podem contribuir para dificuldades na formação de parcerias de trabalho (CAPRARO; JONES. 2013, p. 55, tradução nossa).

Assim, o desafio é constante quando se utiliza de artifícios e propostas diferentes no ensino. O ensino interdisciplinar não é diferente, como apresentado há vários aspectos que podem reduzir o sucesso dos grupos interdisciplinares, porém, estes aspectos podem ser trabalhados pelo professor, de tal maneira que a logística do grupo seja bem definida e, não atrapalhe o desenvolvimento da atividade.

2.4 MODELAGEM MATEMÁTICA

A Matemática ainda transmite em si uma fragilidade em desenvolver na pessoa o gosto por matemática. Isso por que a Matemática é um conceito imaginário, ela existe pelo fato do ser humano existir, com a necessidade de que ele apresente um gosto a mais pela matemática, ela deve ser apresentada a ele de uma forma motivacional, onde ele consiga desenvolver a capacidade de compreender o porquê de gostar de matemática.

Fazer, e trabalhar um modelo de apresentar ao aluno a matemática não são tarefas difíceis, se torna difícil se for apresentada de forma errada. Ganhar a atenção do aluno pode ser um dever do professor quando se trabalha com matemática ou qualquer outra disciplina que não desperta interesse sem uma proposta sistematizada. Nesse sentido, a Modelagem Matemática é uma proposta de ensino de Matemática que atribuí ao professor uma maneira motivacional e singela de trabalhar com os alunos. Não podemos falar que somente a Modelagem é/será o melhor modelo de ensino de matemática, porém, a Modelagem procura trabalhar com a realidade, meio social, e contexto de uma situação real do aluno. Segundo Bassanezi (2006, p. 24),

Modelagem Matemática é um processo dinâmico utilizado para a obtenção e validação de modelos matemáticos. É uma forma de abstração e generalização com a finalidade de previsão de tendências. A modelagem consiste, essencialmente, na arte de transformar situações da realidade em problemas matemáticos cujas soluções devem ser interpretadas na linguagem usual.

Por sua vez, Biembengut e Hein (2007, p.12) define Modelagem Matemática como:

Modelagem Matemática é o processo que envolve a obtenção de um modelo. Este, sob certa óptica, pode ser considerado um processo artístico, visto que, para se elaborar um modelo, além de conhecimento de matemática, o modelador precisa ter uma dose significativa de intuição e criatividade para interpretar o contexto, saber discernir que conteúdo matemático melhor se adapta e também ter senso lúdico para jogar com as variáveis envolvidas.

Podemos notar que nas duas definições sobre Modelagem Matemática os autores procuram abordar de forma inicial que a mesma se trata de um processo para a obtenção de um modelo. Assim, podemos notar que a Modelagem tem como principal objetivo em seu trabalho a criação de um modelo que possa ao final responder a pergunta inicial de seu projeto. Como citado ainda por Bassanezi (2006), o modelo deve ter validação, demonstrando de forma concreta sua consistência.

Ainda na definição dada pelos autores, pode-se observar que o principal contexto que é aplicado a Modelagem Matemática é situações da realidade, o contexto em que os alunos conhecem muito bem, porém, para modelar essas situações, o modelador também deve conhecer o essencial de matemática, como também criatividade e senso lúdico, para que possa interpretar e trabalhar com as variáveis relacionadas ao modelo, como ressalta Biembengut e Hein (2007).

Mas o que seria esse modelo? Quando trabalhamos com matemática, o modelo é conhecido por nós como fórmulas compostas de variáveis. Estas fórmulas foram criadas por grandes estudiosos que com muito trabalho conseguiram desenvolvê-las, facilitando então os cálculos na matemática. Porém, não são somente essas fórmulas que são consideradas como modelo.

Granger (1969, apud BIEMTENGUT; HEIN, 2007, p. 11) salienta que “o modelo é uma imagem que se forma na mente, no momento em que o espírito racional busca compreender e expressar de forma intuitiva uma sensação, procurando relacioná-la com algo já conhecido, efetuando deduções”. O conceito de modelo demonstra a importância dele, podendo estar presente em vários meios. Notamos ainda que “o objetivo de um modelo pode ser explicativo, pedagógico, heurístico, diretivo, de previsão, dentre outros” (BIEMTENGUT; HEIN, 2007, p. 11).

Quando se trabalha com Modelagem Matemática o modelo toma um novo sentido, conhecido como modelo matemático. É notório isso, quando Bassanezi (2006, p. 19) salienta que “a ambiguidade do termo modelo, usado nas mais diversas situações, nos leva a

considerar aqui apenas o que concerne à representação de um sistema”. Nesse caso, um modelo

[...] pode ser formulado em termos familiares, utilizando-se expressões numéricas ou fórmulas, diagramas, gráficos ou representações geométricas, equações algébricas, tabelas, programas computacionais etc. Por outro lado, quando se propõe um modelo, ele é proveniente de aproximações nem sempre realizadas para se poder entender melhor um fenômeno, e tais aproximações nem sempre condizem com a realidade. (BIEMTENGUT; HEIN, 2007, p. 12).

Os modelos podem ser constituídos por outros modelos já criados e conhecidos, sendo apenas aprimorados e reconstituídos de forma que valide seu fenômeno, situação que está sendo trabalhada. É interessante que o modelo seja representativo, de fácil entendimento. O modelo na Modelagem Matemática e o objeto original de um modelador, com a apresentação do modelo, o estudante/modelador consegue demonstrar o resultado de seu trabalho, concluindo assim o desenvolvimento na aprendizagem matemática. Bassanezi (2006, p. 20) discorre sobre a importância do modelo matemático:

A importância do modelo matemático consiste em se ter uma linguagem concisa que expressa nossas ideias de maneira clara e sem ambiguidades, além de proporcionar um arsenal enorme de resultados (teoremas) que propiciam o uso de métodos computacionais para calcular suas soluções numéricas.

A apropriação das ideias na matemática é um passo importante, fazer surgir essas ideias e saber apresentá-las não é uma maneira fácil. Quando se trabalha com matemática se espera na aprendizagem a espontaneidade por parte dos estudantes, propondo uma apresentação de suas ideias seguidas de seus resultados. A Modelagem Matemática atribui essa habilidade ao aluno, fazendo com que o aluno participe de um ambiente de ensino diferente do processo de ensino tradicional.

A educação usual tem privilegiado, na maior parte das vezes, que o processo de ensino seja deflagrado pelo professor. Na Modelagem Matemática o fato de compartilhar o processo de ensino com o grupo ou grupos faz a diferença, constituindo-se em uma mudança de postura por parte do professor: essa atitude favorece os estabelecimentos de relações afetivas mais fortes entre os alunos e professor e alunos (BURAK, 2004, p. 03).

O processo de ensino a ser deflagrado pelo professor na educação usual tem muito a ver com o meio escolar, as imposições e comportamentos apresentados nas escolas. O meio em que se trabalha é o principal fator para um melhor processo de ensino, procurar deflagrar isso talvez seja a principal escolha do professor de matemática.

Quando se trabalha com Modelagem Matemática o ciclo de aluno-professor-aluno gera um efeito mais nocivo ao professor em seu pensamento. Porém, essa postura deve ser mudada, levando em conta que o professor deve alterar seu modelo de ensino e procurar

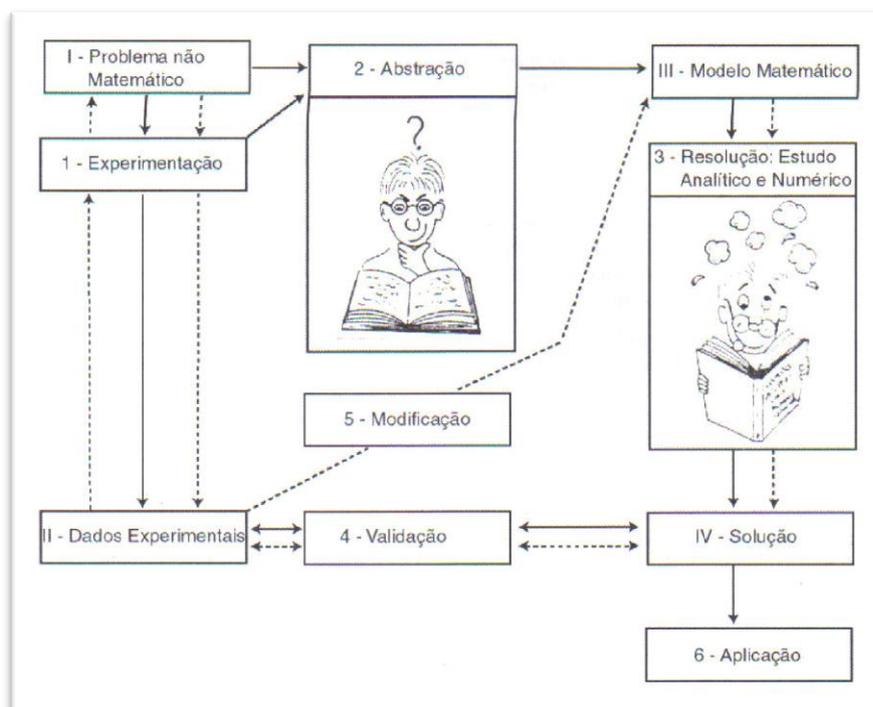
despertar no aluno o interesse pela matemática. Barbosa (2001, p. 07) ainda ressalta que “é razoável considerar que a Modelagem se diferencia da chamada “prática tradicional” que ainda é hegemônica nas salas de aulas”, pois, ainda, segundo Barbosa (2001, p. 03) “a Modelagem contribui na compreensão dos conceitos matemáticos, desenvolve habilidades de pesquisa e experimentação, leva em conta o contexto sócio-cultural e, por fim, viabiliza a interdisciplinaridade e a espiralização do currículo”.

Ao apresentar um processo de ensino de matemática diferente, usando propostas diversificadas, como é o caso da Modelagem Matemática que tem como objetivo o trabalho cooperativo dos alunos em projetos para resolverem problemas, especialmente do mundo real, faz do ensino da Matemática se tornar “(...) dinâmico, mais vivo e, em consequência, mais significativo para o aluno e para o grupo” (BURAK, 2004, p. 03).

Dessa forma, a “[...] modelagem no ensino pode ser um caminho para despertar no aluno o interesse por tópicos matemáticos que ele ainda desconhece, ao mesmo tempo que aprende a arte de modelar, matematicamente” (BIEMBENGUT; HEIN, 2007, p. 18). Conceitos diferentes são essenciais na matemática, trabalhar outros conteúdos, temas entre si, desenvolve no aluno o interesse pela matemática, conhecer é a melhor motivação para uma pessoa.

Contudo, vale ressaltar que o trabalho com a Modelagem se tornará ativo até o momento em que se trabalhará em conjunto a realidade, isto acontecerá quando tivermos consciência desse trabalho (BASSANEZI, 2006). Para que a Modelagem Matemática seja executada de maneira eficiente, Bassanezi (2006) esboça um “caminho” a ser seguido, o qual apresentamos na Figura 1.

Figura 1- Modelagem Matemática



Fonte: (BASSANEZI, 2006, p. 27).

Cada etapa apresentada na figura Bassanezi (2006) traz detalhadamente, de tal forma que o leitor possa entender. Ele, ainda, procura demonstrar em seu trabalho a importância da modelagem como estratégia de ensino e aprendizagem, onde, ela aplicada vinculada com a realidade que é seu principal foco, conseguindo desenvolver uma aprendizagem diferente daquela em que teoria matemática é apresentada como algo acabado e completo. Nesse sentido, o autor nos diz que no “[...] processo evolutivo da educação matemática, a inclusão de aspectos de aplicações e mais recentemente, *resolução de problemas e modelagem*, têm sido defendida por várias pessoas envolvidas com o ensino da matemática” (BASSANEZI, 2006, p. 36).

Desta forma, a modelagem desenvolve neste trabalho de pesquisa uma função de estratégia ensino e aprendizagem, entrelaçada as concepções de outra proposta de ensino ainda pouco conhecida, a STEM PBL, que tem como objetivo desenvolver a integração de princípios de uma aprendizagem baseada em projeto de engenharia, em que a modelagem entrará estratégia para que o aluno aprenda como autor das formulações e resoluções de modelos matemáticos que o projeto necessitar para ser realizado.

3 SOBRE OS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

Para desenvolver um caminho que leve uma possível solução para a pergunta investigativa escolhemos a abordagem qualitativa, pois, desta forma, abarcamos que acontece uma interação do sujeito pesquisado com o mundo real. Para melhor compreender tal abordagem, referem-se ao entrelaço das questões de objetividade e subjetividade, uma vez ela

(...) se contrapõe ao esquema quantitativista de pesquisa (que divide a realidade em unidades passíveis de mensuração, estudando-as isoladamente), defendendo uma visão holística dos fenômenos, isto é, que leve em conta todos os componentes de uma situação em suas interações e influências recíprocas (ANDRÉ, 1995, p. 17).

Assim, podemos notar que dada uma pesquisa qualitativa, a mesma se difere da pesquisa quantitativa, demonstrando certo comportamento de rivalidade destes conceitos. Porém, como ressalta Jick (1983, p. 135, apud FLICK, 2009, p. 43) os “métodos qualitativos e quantitativos devem ser vistos como campos complementares, e não rivais”. Embora, as “[...] combinações mais frequentemente estabelecidas entre as duas abordagens ocorrem por meio da associação dos resultados das pesquisas qualitativas e quantitativa no mesmo projeto ou em projetos distintos, um após o outro ou simultaneamente (FLICK, 2009, p. 46)”. Desse modo, não podemos tratar essas duas vertentes como uma dicotomia, e sim compreendidas e analisadas de forma geral e simultâneas.

Para melhor analisar os processos constituintes de uma pesquisa qualitativa, Ludke e André (2008, p. 13) salienta os enfoques que Bogdan e Biklen (1994) ressaltam em seu trabalho que a pesquisa qualitativa “[...] envolve a obtenção de dados descritivos, obtidos no contato direto do pesquisador com a situação estudada, enfatiza mais o processo do que o produto e se preocupa em retratar a perspectiva dos participantes”.

Desse contexto, podemos destacar aqui alguns enfoques diretos de uma pesquisa qualitativa apresentada pelo autor:

- a) Tem como resultado dados descritivos;
- b) Na investigação os dados são obtidos da relação entre pesquisador e a situação estudada;
- c) Na investigação, o processo se sobrepõe ao resultado ou produto;
- d) A análise dos dados é feita de forma indutiva¹.

¹ “Indução é um processo mental por intermédio do qual, partindo de dados particulares, suficientemente constatados, infere-se uma verdade geral ou universal, não contidas nas partes examinadas. Portanto, o objetivo dos argumentos indutivos é levar a condições cujo conteúdo é muito mais amplo do que o das premissas nas quais se basearam (MARCONI; LAKATOS, 2005, p. 86).”

Considera-se na investigação qualitativa o papel essencial do pesquisador, na qual o mesmo é referido em todas as partes do processo, aderindo-se o dever de interpretar os fenômenos a partir de suas interações e constatações, levando em conta o meio (ou seja, a realidade cultural) participando ativamente do campo de pesquisa. Isso pode ser mais bem compreendido, quando Flick (2009, p. 25) ressalta que,

A subjetividade do pesquisador, bem como daqueles que estão sendo estudados, tornam-se parte do processo de pesquisa. As reflexões dos pesquisadores sobre suas próprias atitudes e observações em campo, suas impressões, irritações, sentimentos, etc., tornam-se dados em si mesmos, constituindo parte da interpretação e são, portanto, documentadas em diários de pesquisa ou em protocolos de contexto.

Documentar as observações realizadas no campo da pesquisa, e mais ainda, realizar as interpretações necessárias do contexto pesquisador e pesquisado, é atos relevantes desta abordagem. Ou melhor, para “[...] se realizar uma pesquisa é preciso promover o confronto entre os dados, as evidências, as informações coletadas sobre determinado assunto e o conhecimento teórico acumulado a respeito dele (LUDKE, ANDRÉ, 2008, p. 1)”. Para tal, faz-se necessários apresentarmos um método para produção de dados, o qual passamos a apresentar a seguir.

3.1 PESQUISA PARTICIPANTE

A Pesquisa Participante (PP) é citada por Brandão (2006) como um enfoque original de modelos de pesquisa, quando relacionado a uma concepção conscientizadora da educação, segundo Gajardo a pesquisa participante surge

[...] conceitual e metodologicamente, no início da década de oitenta, quando a realidade de um número importante de sociedades latino-americanas se caracteriza pela presença de regimes autoritários e modelos de desenvolvimento manifestamente excludentes, no aspecto político, e concentradores, no aspecto econômico (GAJARDO, 2006, p.39).

Assim, compreende-se que, o objetivo do surgimento deste modelo de pesquisa, trata-se de desenvolver ações que, coletivamente, mostrarão resultados benéficos, demonstrando assim, produção coletiva do conhecimento e, contudo, estratégias que possibilitem estudos coletivos de resolução do problema (SILVA, 1986). Observando ainda os dizeres, o “coletivo” supracitado, refere-se a uma interação entre pesquisador e pesquisado, de tal modo que, o pesquisador ao iniciar a pesquisa, não desenvolva comportamentos que interfiram no viver social dos pesquisados, mais que, os mesmos desenvolvam uma interação com o

pesquisador. Pois, “na PP, a preocupação participativa está mais concentrada no pólo pesquisador do que no pólo pesquisado (THIOLLENT, 2010, p. 83)”. Desta forma,

(...) a pesquisa participante deve ser encarada como um instrumento de trabalho não menos confiável e rigoroso do que a pesquisa acadêmica, pelo fato de se propor como uma atividade mais coletiva, mais participativa e mesmo mais popular. E um instrumento de conhecimento sistemático da vida social é menos científico por pretender realizar no interior das experiências práticas das “causas populares” algumas novas integrações e interações entre esferas de competência científica, pedagógica, ética e política (BRANDÃO, 2006, p. 38-39).

Observamos pelos dizeres que, a participação se torna o modelo central deste instrumento de trabalho, a pesquisa participante. Que diferente de outros tipos de pesquisa acadêmica, propõe a coletividade, o contexto popular, sobre a atividade. Segundo Brandão (2006, p. 42) a “[...] pesquisa participante deve ser pensada como um momento dinâmico de um processo de ações social popular”. Partindo destas observações, a pesquisa participante por sua vez, é caracterizada por quatro simples propósitos de abrangência educacional, relacionado às aproximações entre o pesquisador e o pesquisado, partilhando-se conhecimento, um com o outro. Isso pode ser mais bem observado, quando Brandão (2006, p.46), cita-os,

- a) ela responde de maneira direta à finalidade prática a que se destina, como um meio de conhecimento de questões sociais a serem participativamente trabalhadas;
- b) ela é um instrumento dialógico de aprendizado partilhado e, portanto, (...), possui organicamente uma vocação educativa e, como tal, politicamente formadora;
- c) ela participa de processos mais amplos e contínuos de construção progressiva de um saber popular e, no limite, poderia ser um meio a mais na criação de uma ciência popular;
- d) ela partilha, com a *educação popular*, de toda uma ampla e complexa trajetória de empoderamento dos *movimentos populares* e de seus integrantes (BRANDÃO, 2006, p. 46, grifos do autor)

Logo, compreendemos que a pesquisa se denota de uma participação coletiva, tendo como objetivo o saber, aprendizado, partilhado coletivamente entre os envolvidos, promovendo uma progressão do saber popular. Assim, a “[...] pesquisa participante vai tomando corpo e se define desde seu início, em termos gerais, como *uma proposta metodológica inserida em uma estratégia de ação definida, que envolve seus beneficiários na produção de conhecimento*” (LANDA, 2006, p. 113, grifos do autor).

3.2 CONHECENDO O ESPAÇO DE INVESTIGAÇÃO E OS SUJEITOS INVESTIGADOS.

Conhecemos o espaço de pesquisa, a partir do momento em que fazemos parte dele, seja sendo o pesquisador ou o pesquisado. Pois, como cita Brandão (2006, p. 22) a “[...]”

pesquisa participante surge mais ou menos ao mesmo tempo em diferentes lugares, origina-se de diversas práticas sociais, articula diferentes fundamentos teóricos e alternativas metodológicas e destina-se a finalidades desiguais”.

Tal interesse pelo desenvolvimento deste trabalho surgiu ainda quando o autor fez parte do projeto denominado, Produção de Artefatos Tecnológicos para Educação Matemática – PARTEM, como participante e pesquisador. Este momento proporcionou a motivação de conhecer melhor a história da Universidade e o curso de Matemática, o qual estou vinculado como discente. Como também as boas condições em participar daquele projeto.

A UFT-câmpus de Araguaína, está localizada no Estado do Tocantins, município de Araguaína, no setor Cimba, próximo do centro da cidade. Apesar de ter sido criada no dia 23 de outubro do ano 2000 pela Lei 10.032, a Universidade Federal do Tocantins iniciou suas atividades somente a partir de maio de 2003, com a posse dos primeiros professores efetivos e a transferência dos cursos de graduação regulares da Universidade do Tocantins, mantida pelo estado do Tocantins. Ainda pelos processos de criação, em Julho de 2002, foi firmado o Acordo de cooperação nº 1/02, de 17 de julho de 2002, entre a União, o Estado do Tocantins, a UNITINS e a UFT sob a interveniência da Universidade de Brasília, com o objetivo de viabilizar a implantação definitiva da Universidade Federal do Tocantins (UFT, 2012).

A UFT consisti de uma Universidade composta por uma Reitoria, sete Câmpus, sendo todos polos presenciais. A reitoria fica localizada no município de Palmas, capital do Estado. Já os outros seis *campi* localizam-se nos municípios de: Araguaína, Arraias, Gurupi, Miracema, Porto Nacional e Tocantinópolis (UFT, 2012).

O Câmpus de Araguaína contempla ensino de níveis de graduação, pós-graduação e extensão. Destaca-se os cursos de: licenciatura em Matemática, Geografia, História, Letras, e Biologia (à distância), além dos cursos de Medicina Veterinária, Zootecnia. Em seguida, a partir de 2009/2, foram implantadas as licenciaturas em Ciências Naturais (Física, Química e Biologia) e os Cursos de Tecnologia (Gestão de Cooperativas, Gestão de Turismo e Logística). Contemplando ainda o ensino, o Câmpus oferece os cursos de Mestrado em Ensino de Língua e Literatura e o Mestrado e Doutorado em Ciência Animal Tropical (UFT, 2012, p. 18).

O curso de Licenciatura em Matemática, onde o projeto foi elaborado e desenvolvido, tem um processo histórico que podemos apresentar resumidamente da seguinte forma:

- 1985 – realizou-se a autorização do funcionamento do curso pelo decreto Federal nº 91.507/85 publicado no diário oficial da União, do dia 06/08/1985, sendo denominado curso de Ciências - Licenciatura Plena – Habilitação em Matemática, emitida por meio do parecer nº 014/92 pelo Conselho Estadual.
- 1990 até 1997 - O curso funcionou Na Faculdade de Ciências e Letras – FACILA.
- 1998 - Pelo Decreto Estadual nº 612 (04/07/1998), o curso de Ciências com Habilitação Plena em Matemática, visando atender a demanda de formação de professores que estava na sala de aula sem os estudos específicos, assim o egresso teria formação em Ciências para atuar no Ensino Fundamental e no Ensino Médio, com uma única habilitação: a Matemática.
- 1998- o curso passou do Regime anual/seriado para semestral/seriado, até o primeiro semestre de 2001.

- 2002 - O Decreto n. 4.279 e o Acordo 1/2002 estabeleceram a doação para a UFT dos patrimônios imobiliários onde a UNITINS mantinha cursos em funcionamento.
- 2003 - Publicou-se o Edital n. 15/2003, de 26/2/2003, relativo ao resultado final do concurso público federal, naquele ano, com a realização do concurso público para os docentes, começava a efetiva transição.
- 2009 - O Curso de Licenciatura em Matemática, cujo projeto político pedagógico foi aprovado em 08/2009 pelo pleno do CONSEPE.
- 11/2009 - As turmas que ingressaram em 2007, 2008 e 2009, participaram de um processo de migração do Curso de Ciências/Matemática para o curso de Licenciatura em Matemática.
- 2010/01 - iniciou o Curso de 1ª Licenciatura em Matemática no Programa de Formação de Professores da Educação Básica (PARFOR), em regime modular semi-presencial, com previsão de término em 2017. (UFT, 2012, p. 26 - 27)

A partir desse contexto do curso de Licenciatura em Matemática, pode-se observar um bom ambiente educacional apresentado. O projeto de pesquisa Produção de Artefatos Tecnológicos para a Educação Matemática - PARTEM direcionou-se a todo o público do Curso de Licenciatura em Matemática, sendo realizado o convite formalmente pelo meio eletrônico de divulgação do curso, o e-mail, em pedido pelo professor coordenador do projeto. O convite foi estendido para graduandos dos cursos de Física, Química e Biologia também foram convidados a participar. O projeto teve como principal objetivo a reflexão sobre a relação entre a Educação Matemática e as tecnologias vislumbrando contribuir a partir da abordagem da autoria de artefatos tecnológicos para uso na Educação Matemática.

Como cenário de investigação (SKOVSMOSE, 2008), o professor pesquisador usou dos atributos que o Laboratório de Informática da Matemática oferecia para realizar os encontros de estudos e discursões relacionados ao projeto. Tais encontros aconteciam aos sábados de 15 em 15 dias, das 08h00min às 12h00min no decorrer do segundo semestre de 2016. O laboratório é constituído atualmente por 20 computadores, sendo um servidor, uma estação para o professor e 18 estações para os alunos. Neles está instalado o sistema operacional Linux (gratuito) que possui diversos aplicativos também gratuitos, dentre eles alguns *softwares* para o ensino de matemática nos diversos níveis de ensino.

Foi nesse espaço que foi desenvolvido o projeto PARTEM, que teve como objetivo trabalhar com projetos de engenharia envolvendo, em especial, as disciplinas de Matemática e Física, almejando dessa forma proporcionar um cenário de investigação para os alunos aprenderem conceitos de ciência, tecnologia, engenharia e matemática. Aprendizagem desenvolvida de outra forma daquele contexto acadêmico tradicional. O projeto foi, ainda, fundamentado pelas leituras de Demo (2003) com a perspectiva de Educar Pela Pesquisa e o texto sobre cenários para investigação de Skovsmose (2000).

Inicialmente, o projeto foi composto por um grupo de alunos referente a sete pessoas, incluindo o autor deste trabalho. Em meio a este grupo, três eram discentes do curso de Licenciatura em Física e quatro discentes do curso de Licenciatura em Matemática, promovendo assim uma interação entre os cursos, como também uma prática de permuta de conhecimento.

Durante o período do projeto, foram trabalhados o entrelaçamento de duas tendências da Educação Matemática: Modelagem Matemática e Tecnologia de Informação e Comunicação – TICs. As utilizações dessas tendências se deram a partir da necessidade de criar modelos matemáticos, podendo explicar os fenômenos de cada projeto desenvolvido. Para isso, métodos como utilização de *softwares* serviram como principais instrumentos deste estudo. Para a montagem de planilhas e gráficos usamos planilhas eletrônicas com o *software* Excel, para aqueles que tinham notebook e *software* Calc, para os discentes que usavam os computadores do laboratório.

O projeto de engenharia desenvolvido foi a criação de um “carrinho impulsionado por uma bexiga”. Este projeto tem como principal objetivo trabalhar alguns conceitos de Física e Matemática, e desenvolvendo a partir das perspectivas de Modelagem Matemática um modelo matemático. Para desenvolver o referido projeto, os alunos partiram de uma problemática estipulada pelo professor: *Como criar um carrinho impulsionado por uma bexiga utilizando projeto de engenharia a partir de instrumentos recicláveis?*

Para resolver este problema, os alunos foram orientados a construir metas de desenvolvimento da resolução. Estas poderiam ser: Melhor desenvolvimento do carrinho, melhor design, e ainda, melhor desempenho. Assim, o projeto teve como produto a criação de um “carro movido a ar de bexiga”. Os instrumentos necessários para construção foram materiais reutilizáveis, como papelão e/ou jornais.

Com o carrinho construído intensificamos a criação de um modelo matemático em referência ao espaço percorrido do carrinho pelo tempo de deslocamento do referido carrinho. Assim, os caminhos metodológicos seguidos para a resolução deste problema nesta investigação, proporcionaram uma nova estrutura de ensino na Educação Matemática, *a STEM PBL pela Modelagem Matemática*. Descrito o espaço, os sujeitos e projeto que formaram a constituição desta pesquisa, apresentaremos abaixo o instrumento de produção de dados, a Entrevista.

3.3 ENTREVISTA

A entrevista no processo de investigação qualitativa desempenha um trabalho que tem por objetivo a obtenção de informações necessárias para análise de como os sujeitos explanam suas aprendizagens. Para Borgdan e Biklen (2010, p. 134) [...] “a entrevista é atualizada para recolher dados descritivos na linguagem do próprio sujeito, permitindo ao investigador desenvolver intuitivamente uma ideia sobre a maneira como os sujeitos interpretam aspectos do mundo”.

Assim, Lakatos e Marconi definem a importância deste instrumento de trabalho “[...] nos vários campos das ciências sociais ou de outros setores de atividades, como Sociologia, da Antropologia, da Psicologia Social, da Política, do Serviço Social, do Jornalismo, das Relações Públicas, da Pesquisa de mercado e outras” (MARCONI; LAKATOS, 2005, p. 198). Marconi e Lakatos (2005) ainda determinam que o principal objetivo da entrevista seja a obtenção de informações do entrevistado, sobre determinado assunto ou problema.

Quem entrevista tem informações e procura outras, assim como aquele que é entrevistado também processa um conjunto de conhecimentos e pré-conceitos sobre o entrevistador, organizando suas respostas para aquela situação. [...] O entrevistado, ao aceitar o convite para participar da pesquisa, está aceitando os interesses de quem está fazendo a pesquisa, ao mesmo tempo que descobre ser dono de um conhecimento importante para o outro. (SZYMANSKI; ALMEIDA; PRANDINI, 2010, p. 12 e 13)

Conhecemos a partir daí que o entrevistado é o principal dono do conhecimento que o entrevistador pretende conhecer e analisar em sua pesquisa, porém, para isso, é necessário que o entrevistado aceite o convite de participar ativamente da entrevista. Ainda temos que, enquanto entrevistador “evitar alimentar as respostas dos sujeitos e fazê-los sentirem-se desconfortáveis relativamente aos seus pensamentos” (BORGDAN; BIKLEN, 2010, p. 139). Lembrando sempre que o “[...] processo de entrevista requer flexibilidade” (BORGDAN; BIKLEN, 2010, p. 137).

Segundo esses autores é “[...] evidente que uma estratégia-chave para o entrevistador qualitativo no campo de trabalho consiste em evitar, tanto quanto possível, perguntas que possam ser respondidas com ‘sim’ ou ‘não’” (BORGDAN; BIKLEN, 2010, p. 136). Esse pode ser um detalhe observado pelo entrevistador quando estiver formulando as perguntas a serem utilizadas na entrevista.

Dessa forma, a entrevista como um procedimento de produção de dados deve ser preparada de forma correta. Com isso, Marconi e Lakatos (2005, p. 201) exige algumas medidas neste processo de preparação, sendo elas:

- a) Planejamento da entrevista: deve ter em vista o objetivo a ser alcançado.
- b) Conhecimento prévio do entrevistado: objetiva conhecer o grau de familiaridade dele com o assunto.
- c) Oportunidade da entrevista: marcar com antecedência a hora e o local, para assegurar-se de que será recebido.
- d) Condições favoráveis: garantir ao entrevistado o segredo de suas confidências e de sua identidade.
- e) Contato com líderes: espera-se obter maior entrosamento com o entrevistado e maior variabilidade de informações.
- f) Conhecimento prévio do campo: evita desencontro e perda de tempo.
- g) Preparação específica: organizar roteiro ou formulário com as questões importantes (MARCONI; LAKATOS, 2005, p 201).

Seguir tais orientações fará com que este procedimento de produção de dados, seja assim, o principal segmento deste trabalho. A utilização deste instrumento se fez ao final das atividades do projeto, com o intuito de saber dos pesquisados a influência que as referidas atividades tiveram na aprendizagem acadêmica.

Para a realização do processo de entrevista, os alunos participantes do projeto PARTEM foram abordados verbalmente e formalmente, pelo orientador e autor deste trabalho, com o pedido de colaboração da participação deles na entrevista. Dentre os participantes, quatro participaram da produção dos dados, três do curso de Licenciatura em Matemática e um da Licenciatura em Física.

Para a realização da entrevista formulamos seis questões (as perguntas encontram-se no APÊNDICE A), que tinham como propósito de produzir as informações necessárias para uma análise e posteriores discussões desses dados. Com o intuito de dar uma flexibilidade no horário dos alunos a serem entrevistados, estabelecemos que os mesmos escolhessem o melhor horário para a execução do trabalho.

As entrevistas foram realizadas em etapas, observando que as disponibilidades de tempo entre os alunos não se encontravam de forma igual. Cabe destacar que todas as entrevistas foram gravadas, fazendo uso de um gravador de voz, de um celular com sistema operacional Android. As primeiras entrevistas aconteceram na sala do Subprojeto PIBID de matemática, tendo como primeira entrevistada a aluna Juliana, em seguida, com a chegada da aluna Hevellyn, foi realizada outra entrevista. O aluno Gabriel chegou a outro horário, realizando também sua contribuição.

A última entrevista, que seria realizada com o aluno Robson do Curso de Licenciatura em Física, foi feita de forma diferente as dos demais. Não oferecendo muita disponibilidade de encontro para a realização da entrevista, foi necessária a utilização do aplicativo de comunicação Whatsapp como recurso deste processo. O aluno respondia cada pergunta feita pelo entrevistador (autor) em modelo de mensagem de voz. Assim, possibilitando que fizesse

a transcrição necessária para a realização deste trabalho. Em seguida, passaremos a apresentar, o trabalho de análise de discursão dos dados realizado nesta pesquisa.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

A Matemática é considerada como a base de quase todas as áreas de conhecimento e munida de sentidos que são capazes de trabalhar os níveis cognitivos e criativos, estimula uma defesa a sua utilização, por se mostrar uma habilidade em criar, resolver, planejar e modelar, nos diversos níveis de escolaridade (BIEMBENGUT; HEIN, 2007). Habilidades que devem ser desenvolvidas, e trabalhadas de tal forma que os alunos consigam enxergar o modelo de ensino próprio.

A capacidade de ler e interpretar na matemática ainda são processos desafiadores dos alunos. Grande parte não desenvolve essa habilidade facilmente, assim travam uma batalha no seu processo de aprendizagem da matemática. Neste contexto, o professor/pesquisador deve ser o suporte do aluno, fazendo assim que ele compreenda a necessidade de encontrar meios dinâmicos e satisfatórios que realizem esse processo de domínio da matemática. Se o professor no ato de ensinar não desenvolver essas habilidades do aluno, podemos nos perguntar, Qual é o aluno que cria? Que resolve? Que planeja? E que modela? E ainda mais, qual é o aluno que tem interesse no domínio matemático?

O aluno que tem interesse no domínio matemático, é aquele aluno que cria, resolve, planeja e modela diante das necessidades de compreender a matemática para resolver seus problemas cotidianos. Para isso, como proposta, a sala de aula deve ser transformada em cenários investigativos (SKOVSMOSE, 2008), deve ser trabalhada a Modelagem Matemática no ensino (BIEMBENGUT; HEIN, 2007), e ainda concisa de uma Aprendizagem Baseada em Projetos STEM (CAPRARO; MARGARET; MORGAN, 2013). Estes conceitos se trabalhados de forma conjunta, podem desenvolver nos alunos a habilidade de criar, resolver, planejar e modelar para resolver problemas da vida deles.

Para tentar desenvolver estes conceitos e habilidades como forma de estudo e pesquisa desta análise e discussão de dados, o projeto PARTEM escolheu esses métodos de ensino de matemática, uma vez que muitas “[...] situações do mundo real podem apresentar problemas que requeiram soluções e decisões” (BIEMBENGUT; HEIN, 2007, p. 11). Como relata o autor em seus escritos, o mundo real pode proporcionar variados problemas que disponham de soluções. Mas, qual problema um carrinho impulsionado por uma bexiga pode gerar? Ainda, tínhamos a dificuldade de que este foi o primeiro projeto desenvolvido no PARTEM.

Um carrinho é um brinquedo presente na vida de milhares de crianças do mundo. Um brinquedo composto de uma estrutura de no mínimo quatro pneus de suporte e um corpo reto

onde são ligados aos eixos os pneus, o que forma, mais ou menos, um projeto de carrinho. Vários modelos de carrinho são conhecidos e até mesmo construídos por crianças estimuladas pelo processo de brincar. Existem vários modelos de carrinho atualmente. Os carrinhos de controle remoto são os mais famosos, por conter dispositivos que impulsionam o seu movimento sem que a criança precise tocar, empurrar ou até mesmo puxar.

Um modelo de carrinho pouco conhecido pelas crianças e que consegue desenvolver o movimento do carrinho sem a necessidade de dispositivos mecânicos, elétricos, entre outros, é o “carrinho impulsionado por uma bexiga”. Esse carrinho é de simples confecção caseira com materiais recicláveis. As rodas deste carrinho podem ser feitas com tampas de garrafas, CDs ou outros corpos redondos de tamanho pequeno. Os eixos devem ser objetos retos que simulem um eixo normal de um carro, como, lápis e espetos de madeira. O corpo do carro pode ser confeccionado com papelões, garrafas pets ou outros materiais de escolha. E uma bexiga para impulsionar o carro. Materiais de colagem são necessários para a confecção. A Figura 02 apresenta o carrinho que produzimos.

Figura 02 - Carrinho confeccionado.



Fonte: *arquivo pessoal.*

O projeto de engenharia inicial, do projeto PARTEM, foi a construção desse carrinho. Como proposta os alunos deveriam fazer pesquisas de modelos, os modelos de construção ficavam a escolha dos alunos. A restrição é que os alunos usassem materiais recicláveis, e que ao final da construção o carrinho se movimentasse para que pudéssemos trabalhar para

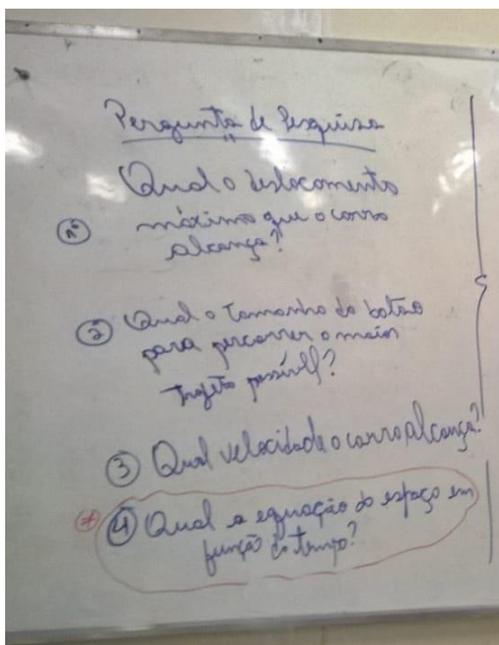
responder a pergunta inicial do trabalho do projeto. Este processo pode ser observado nas falas de alguns dos alunos participantes, quando indagados na entrevista. Perguntamos: *Qual foi o ponto inicial dos trabalhos com o carrinho?*

Boa tarde Luan. O ponto inicial foi à criação do carrinho em si, quando a gente pegou os materiais que cada um escolheu né, seus materiais e fizemos o carrinho (SILVA, 2017).

Então, o ponto inicial foi quando o professor Deive me convidou para participar do projeto construindo um carrinho de garrafa pet, para analisarmos seu movimento a fim de encontrarmos a função que representava o deslocamento do carrinho (MOREIRA, 2017).

Podemos observar nas seguintes falas, que as respostas foram aparentemente parecidas. Porém, destacamos a resposta do segundo aluno, pois além de explicar a construção do carrinho como ponto inicial e o material utilizado nesta construção, o mesmo assinalou uma parte importante deste projeto. Ele destacou a pergunta chave do problema a ser trabalhado a partir do carrinho. “Analisarmos seu movimento a fim de encontrarmos a função que representava o deslocamento do carrinho”. Ao destacar essa questão, o discente mostra que no processo deste trabalho foi realizada uma interação do professor com os alunos, isso pode ser mais bem observado na figura abaixo.

Figura 03 - Pergunta de pesquisa.



Fonte: arquivo pessoal.

Essa interação é destacada como um processo da Modelagem Matemática, no qual segundo Biembengut e Hein (2007, p. 20) “faz-se um levantamento de questões, procurando

instigar os alunos a participarem com sugestões”. E o mais importante estimula os discentes a formularem seus questionamentos sobre o problema que estão a resolver. Como podemos observar, na interação de alunos e professor, o grupo pode formular quatro questões possíveis à problemática da pesquisa em função da construção do carrinho. Porém, ficou destacada na lousa a questão quatro. Questão escolhida a partir de uma análise conjunta.

Está etapa do projeto é destacada por Biembengut e Hein (2007, p. 21) como a *Matematização*, no qual “seleciona-se e formula-se uma das questões levantadas a fim de levar os alunos a proporem respostas. As respostas, certamente abriram caminhos para se atingirem as metas propostas”.

Com a criação da pergunta de investigação, o grupo foi ao próximo passo do projeto, a obtenção de dados para a criação do modelo matemático. Está etapa ficou marcada pela participação dos alunos na atividade. No questionamento de: como criar uma equação do espaço em função do tempo? A Física por sua vez respondia bem está questão quando se trabalhado o *Movimento Uniformemente Variado-(MUV)* utilizando-se da *Equação horária dos espaços*. Como também por outro lado, pode-se mostrar utilizando recursos tecnológicos usando como hipótese simplificadora para construção do modelo a ideia de que a aceleração seja constante. Iremos agora conhecer estes dois processos.

4.1 CONHECENDO O MODELO MATEMÁTICO DA EQUAÇÃO HORÁRIA DOS ESPAÇOS – (MUV).

O grupo lembrou e o professor referenciou no quadro o modelo matemático da Equação Horária dos Espaços, que é conhecido na Física como:

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

Antes de fazer uso deste modelo na atividade de pesquisa é necessário conhecer a origem esta equação. Para isso, o professor indicou aos alunos que fizessem estudos introdutórios referentes a essa temática. Como uma possibilidade de uma melhor interpretação e entendimento do leitor, tomemos como proposta trazer no corpo deste texto a demonstração desta equação.

Demonstração.

Para realizarmos está demonstração, precisaremos anteriormente de conhecer algumas definições relacionadas aquilo que procuramos encontrar. Será necessário sabermos de duas

definições importantes para este processo. Estas então serão as definições de velocidade e aceleração as quais serão explicitadas a seguir.

Segundo Halliday, Resnick e Walker (2002, p. 17) “a **aceleração** instantânea (ou simplesmente **aceleração**) é a derivada da velocidade em relação ao tempo”:

$$a = \frac{dv}{dt}$$

Em nossa atividade supomos que a aceleração a fosse constante, hipótese simplificadora, assim podemos reescrevê-la como

$$adt = dv \tag{I}$$

Aplicando a integral indefinida dos dois lados desta equação:

$$\int a dt = \int dv$$

Partindo da hipótese simplificadora de que a aceleração a seja uma constante, utilizamos a propriedade de integral a onde é possível retirar a constante para fora da integral. Assim integrando, temos:

$$a \int dt = \int dv$$

Logo:

$$at + C = v$$

Reescrevendo, temos:

$$v = at + C \tag{II}$$

Devemos agora calcular a constante de integração C . Para isso devemos ter $t = 0$, sendo $v = v_0$. Agora substituiremos estes valores na equação (II). Sabemos que t pode assumir todo e qualquer valor, inclusive $t = 0$. Assim obteremos

$$v_0 = (a)(0) + C = C.$$

Sendo $v_0 = C$, substituímos na equação (II), Teremos então

$$v = v_0 + at \tag{III}$$

Agora devemos encontrar as grandezas que faltam. Segundo Halliday, Resnick e Walker (2002) a **velocidade** é a derivada do espaço em relação ao tempo:

$$v = \frac{dx}{dt}$$

Mas, vimos pela equação (III) que $v = v_0 + at$, logo substituindo na definição, temos que

$$(v_0 + at) = \frac{dx}{dt}$$

Isso implica que

$$(v_0 + at)dt = dx$$

Aplicando a integral indefinida em ambos os lados, temos

$$\int (v_0 + at)dt = \int dx$$

Dado v_0 e a constantes, podemos reorganizar esta integral como

$$v_0 \int dt + a \int t dt = \int dx$$

Ao integrar teremos

$$v_0 t + \frac{at^2}{2} + D = x$$

Reescrevendo temos,

$$x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 + D \quad (\text{IV})$$

Na qual D é uma nova constante de integração. Sabemos que no momento em que t for igual ao zero, teremos que a posição final x será igual ao espaço inicial x_0 . Realizando a substituição na Eq. (IV) e derivando em função do tempo t obteremos $x_0 = D$. Realizando uma nova substituição na Eq. (V) de D por x_0 teremos uma nova equação dada por

$$x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 + x_0.$$

Reescrevendo temos,

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2.$$

Logo, concluímos que, a partir de uma hipótese simplificadora: que uma aceleração é constante, o espaço percorrido onde o móvel se localiza naquele instante, se dá pela uma equação polinomial do segundo grau.

4.2 CONSTRUINDO O MODELO MATEMÁTICO

A segunda maneira de encontrar tal modelo, este construído no âmbito do projeto, dividiu-se trabalhos entre os alunos. Continuávamos com a hipótese simplificadora de que a aceleração fosse constante. A partir disso fomos fazer um experimento com os carrinhos produzidos, o qual consistia em usar o piso da sala do laboratório como pista para que o carrinho fizesse o movimento de percurso do seu deslocamento.

Durante o experimento foram realizados vários testes, pois por ser um carrinho que tem seu movimento impulsionado por uma bexiga, o seu desempenho funcional não consegue ser perfeito. Assim foram necessárias adaptações em relação ao espaço que o carrinho iria percorrer.

O espaço escolhido no piso da sala foi dividido em marcações para deslocamento, estas marcações foram realizadas nos mesmos através do uso de um *pincel*, auxiliado de um instrumento de medida, a *trena*. Esses subespaços eram demarcados a cada sessenta centímetros, utilizando como espaço inicial o ponto zero, e o final o ponto referente à medida de dois metros e quarenta centímetros. Denotaremos em uma simples tabela abaixo estas medidas.

Tabela 01 - *Medidas do percurso.*

Posição (m)
0,0
0,60
1,20
1,80
2,40

Fonte: *arquivo pessoal.*

Observaremos na figura a seguir o trabalho de medição realizado pelos alunos.

Figura 04 - *Alunos realizando as medidas.*



Fonte: *arquivo pessoal.*

A figura mostra que alguns alunos se encontram com aparelhos de celulares na mão, estes aparelhos foram de fundamental importância na próxima etapa. O objetivo de realizar as medições e dividir em subespaços se deu da necessidade de registrarmos o tempo gasto pelo carrinho em seu movimento até os pontos demarcados. Para a realização deste processo foi necessário à utilização de cronômetros, encontrado como aplicativo nos aparelhos de celulares dos alunos.

Na entrevista feita com o aluno Gabriel, quando questionado: como foi criar o modelo matemático? O mesmo frisou a importância deste momento do trabalho.

Essa foi à parte mais importante, interessante que eu achei, pois, nessa hora nós tínhamos que nós dividir né, medir na verdade, juntar medidas no chão e então cada um pegar o celular e marcar o tempo que o carrinho ia passar. O tempo exato que o carrinho ia passar (MOREIRA, 2017).

Segundo Biembengut e Hein (2007, p. 14), “O objetivo principal deste momento do processo de modelar é chegar a um conjunto de expressões aritméticas ou fórmulas, ou equações algébricas, ou gráfico, ou representações, ou programa computacional, que levem à solução ou permitam a dedução de uma solução”. Corroborando Bassanezi (2006) afirmando que esse momento de medir representa uma direção a ser seguida na construção do modelo matemático.

Depois de realizada as medições foram necessárias organizá-las em uma tabela para melhor visualização. Foi utilizado como auxílio para este processo um *software* criador de planilhas. Vejamos a seguir uma figura demonstrativa deste processo utilizando o programa.

Figura 05 - Organização dos dados.

	A	B	C
1	Tempo (Segundos)	Espaço (Metros)	
2	0	0	
3	1,53	0,6	
4	1,93	1,2	
5	2,9	1,8	
6	3,42	2,4	
7			
8			
9			

Fonte: arquivo pessoal

Seguindo para próximo passo da construção do modelo, o professor apresentou aos alunos alguns recursos do programa, estes então seriam utilizados pelos alunos. Alguns desses se mostraram tímidos com a utilização do programa, isso se deu por não terem afinidade com a utilização do mesmo. O próximo recurso utilizado pelos discentes com orientação do professor foi à criação de um gráfico de dispersão. Este processo será mais bem detalhado na figura abaixo

2º passo: No segundo passo o aluno deve clicar na lista de exibição em *inserir*.

3º passo: ainda na aba de *inserir* localize o atalho de gráficos e selecione a opção *dispersão*.

1º passo: Com o botão esquerdo do mouse pressionado o aluno de seleccionar todas as linhas e colunas escritas.

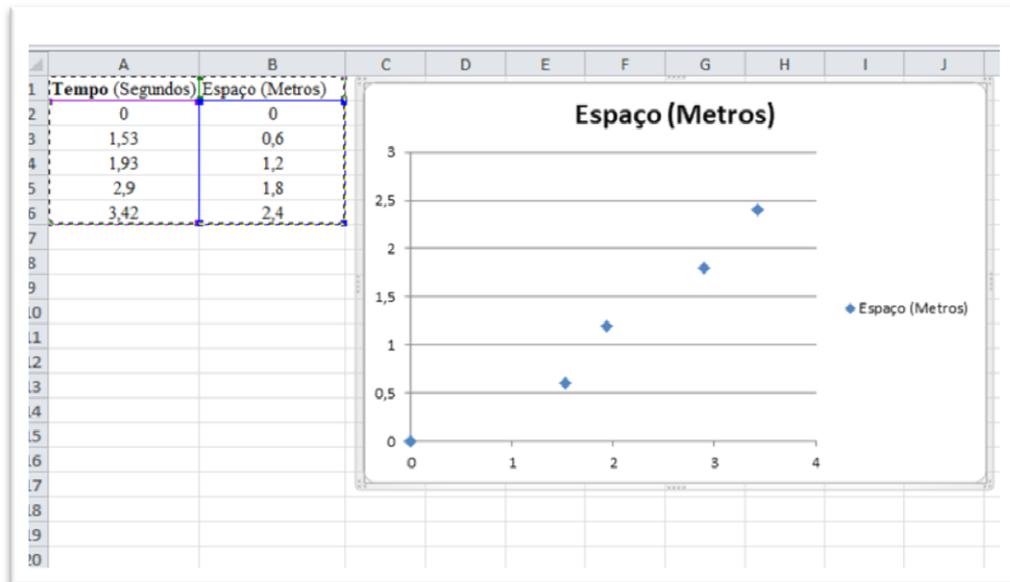
4º passo: Ao seleccionar, abrirá uma nova tela com as opções de dispersão o aluno irá desejar escolher, neste momento a orientação é escolher *dispersão somente com marcadores*.

Fonte: arquivo pessoal.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Tempo (Segundos)	Espaço (Metros)					
2	0	0					
3	1,53	0,6					
4	1,93	1,2					
5	2,9	1,8					
6	3,42	2,4					
7							

Gráfico de dispersão “diz respeito de uma representação gráfica de valores simultâneos de duas variáveis relacionadas a um mesmo processo, mostrando o que acontece com uma variável quando a outra se altera, ajudando desta forma a verificar a relação entre elas” (MARTINS, 2013, p.02). Após seguir os passos acima, o programa abre uma nova tela referente à área do gráfico.

Figura 07 - Gráfico de dispersão



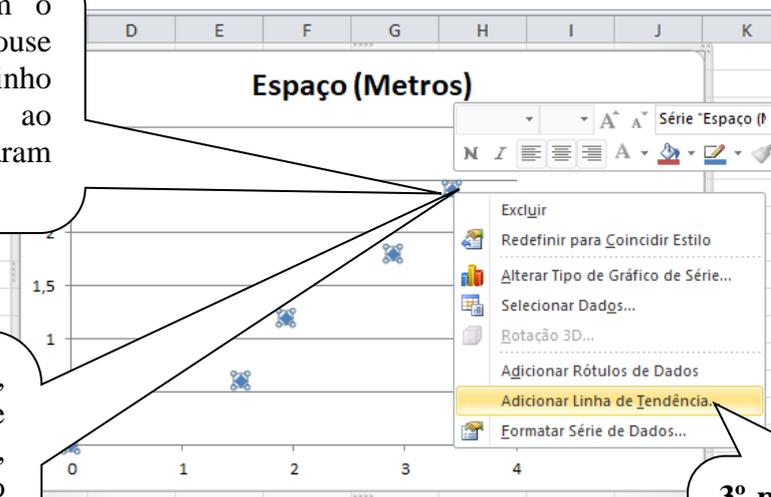
Fonte: arquivo pessoal.

Com esse gráfico já construído seguimos para os próximos passos de construção do modelo. A cada passo realizado o professor fazia sua orientação, e em seguida abordava os alunos os perguntando se estavam compreendendo o trabalho que estava sendo realizado.

Figura 08 - 1º Passo para criação de linha de tendência.

1º passo: clique com o botão esquerdo do mouse em qualquer quadradinho do gráfico. Note que ao fazer isso, todos ficaram marcados.

2º passo: em seguida, com a seta em cima de um dos quadradinhos, pressione o botão direito do mouse. Assim, será possível notar que abrirá uma nova tela.



Fonte: arquivo pessoal.

3º passo: selecione com o botão esquerdo do mouse a opção, *Adicionar Linha de tendência*.

Após seguir os passos acima o programa abre uma nova tela onde é possível para o aluno realizar algumas configurações da linha de tendência. Podemos compreender uma linha de tendência como “[...] uma técnica simples que adiciona uma linha para representar a tendência do mercado ou de uma ação”. Ao construir a linha de tendência o professor orientou os alunos sobre alguns conceitos necessários.

Ao realizar o estudo referente ao conceito de *movimento uniformemente variado* – *MUV* relacionado à *equação horário dos espaços*, os alunos conseguiram analisar a validade desta fórmula somente quando temos uma hipótese simplificadora da variável aceleração a ser uma constante. Assim para que isso ocorra é necessário que a equação seja um polinômio de segundo grau. Partindo disso, construiu-se a necessidade de construir uma equação que abrangesse as possibilidades de um cálculo onde a aceleração a não seja uma constante.

Logo, para realizarmos este processo utilizando ainda a linha de tendência o professor orientou aos alunos que seguissem os seguintes passos:

Figura 09 - Opções de linha de tendência.

1º passo: selecione com o botão esquerdo do mouse a opção, *Polinomial*.

2º passo: determine a ordem desse polinômio como 4.

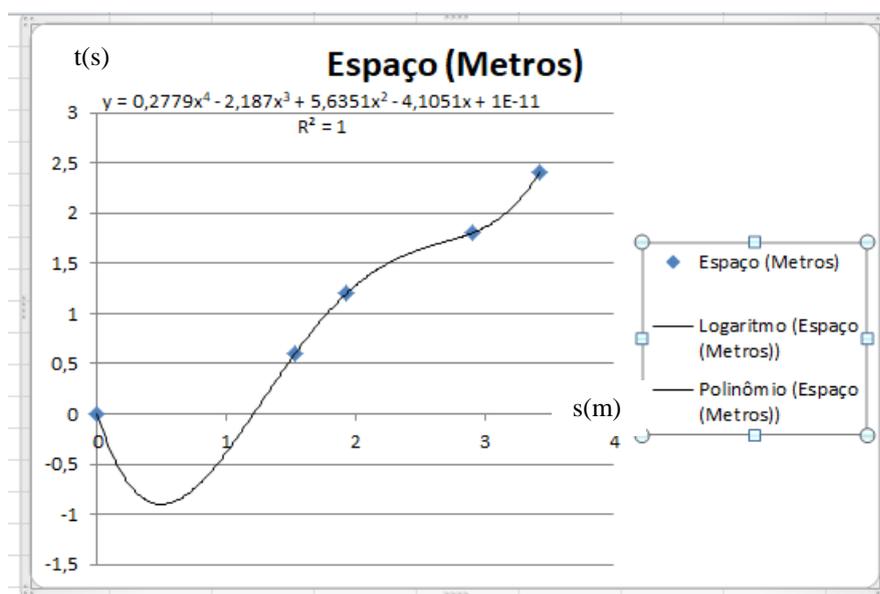
3º passo: marque a opções *Exibir equação no gráfico* e *exibir valor de R-quadrado no gráfico*.

4º passo: clique em *fechar*.

Fonte: arquivo pessoal

Ao realizar as configurações necessárias o programa apresentará no gráfico já construído a *linha de tendência*, a *equação* e o *valor de R-quadrado*. Observaremos essa representação abaixo.

Figura 10 - Linha de tendência.



Fonte: arquivo pessoal.

A orientação feita pelo professor em destacar a ordem do polinômio em quatro, se deu por ser definida que qualquer outro polinômio de grau maior do que quatro conseguirá um R-quadrado igual a um. Portanto, chegamos a uma equação do tipo:

$$y = 0,2779x^4 + 2,187x^3 + 5,6351x^2 - 4,1051x + 1E - 11.$$

Como podemos ver na figura 10 a valores para tempos positivos a distâncias negativas. Vemos que isso é impossível na vida real. Então, nossa discussão para a validação foi comparar o modelo discutido, de função polinomial do quarto grau com o primeiro modelo discutido, dado como *Função Horária dos Espaços*. Nesta comparação vimos que, a validação nós permite concluir que nosso primeiro modelo apresentado é o mais correto para representar o deslocamento em função do tempo.

Neste trabalho ainda podemos destacar algumas falas dos alunos referentes ao uso dessas tecnologias no processo de modelagem. Em entrevista a aluna **Juliana** relata:

É, foi difícil, eu nunca tinha trabalhado com o excel até então. É, os outros. Todos os softwares que o professor utilizou eu não conhecia, então a gente foi seguindo os passos né, com o auxílio dele, e, e. Saiu muito bom né. E, eu achei interessante por você buscar uma equação pra um modelo que você criou ali na hora né, adequar ele a alguma coisa (CARDOSO, 2017).

A fala desta aluna se encaixa nos dizeres que o autor Ferreira (2013, p. 67) traz em sua tese de doutorado, onde o mesmo apresenta que as utilizações de *softwares* matemáticos podem ser vistos “[...] como elemento motivador em projetos de modelagem que objetivam criar condições para a aprendizagem de conteúdos matemáticos”.

Podemos concluir que a modelagem enquanto um caminho para se realizar projetos de STEM mostra-se viável para o ensino e aprendizagem da matemática, podendo tanto ser a matemática do Ensino Médio, como podemos ver na primeira atividade em que se necessita de um saber matemático mais sofisticado, como no Ensino Superior onde demonstramos pelos conceitos de integrais a segunda atividade, não necessariamente precisa ser considerada como uma atividade do ensino médio, porém foi tratada assim neste trabalho.

Assim, quando analisado o problema desta pesquisa, o qual trata de, Quais as possibilidades dos projetos STEM em promover o ensino e aprendizagem da matemática pela Modelagem Matemática?

As possibilidades mostradas advieram do desenvolvimento desde o Ensino Médio, com a fórmula de *Função Horária dos espaços*, quanto no Ensino Superior pela demonstração por meio de derivada e integral. Logo, fica registrado que a diversos cenários para a aprendizagem da STEM por meio da modelagem.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Trabalhar com experimentos, reorganizar e desenvolver um Trabalho de Conclusão do Curso foi para mim, os principais fatores entendidos como dificuldade neste trajeto até a finalização. Ao participar como discente da disciplina de Modelagem Matemática, disponibilizada pelo curso de Licenciatura em Matemática, foi conciso o meu interesse em desenvolver um trabalho que abordasse esta temática. Esta possibilidade se enriqueceu quando ainda cumprindo a carga horária da disciplina fui convidado a participar do projeto de pesquisa realizado pelo Professor pesquisador Deive Barbosa Alves, o qual em seguida se tornou o orientador deste trabalho.

De início, como fundamentação teórica para em seguida utilizar em meu trabalho, o professor me apresentou um Livro intitulado “STEM Project-Based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach (2nd Edition). Organizado pelos autores Robert M. Capraro, Mary Margaret Capraro and James R. Morgan (Eds.), este livro traz em sua escrita a língua Inglesa, linguagem natural do estado em que foi desenvolvido. A principal dificuldade em realizar o estudo desta fundamentação teórica, advinha da necessidade em saber ler e entender Inglês.

Para conseguir superar esta dificuldade encontrada, foi necessário utilizar de recursos tecnológicos, sites (como o Google tradutor), entre outros que colaborassem na conversão desta língua para a língua portuguesa. O processo deste trabalho foi demorado em circunstância de todo um aparato que dificultava a agilidade deste processo. Em uma próxima etapa, já com a leitura e compreensão deste assunto, e consulta em outras fontes de pesquisa, me deparei com uma nova discussão envolvendo o campo da STEM. Alguns pesquisadores da área atualmente, defendem a inclusão da disciplina de Artes + Design nesta abordagem, transformando assim, STEM em STEAM.

STEAM é um movimento defendido pela Rhode Island School of Design (RISD) e amplamente adotado por instituições, corporações e indivíduos.

Os objetivos do movimento STEAM são:

- transformar a política de pesquisa para colocar Art + Design no centro de STEM;
- incentivar a integração do Art + Design na educação K-20;
- influenciar os empregadores a contratar artistas e designers para impulsionar a inovação. (STEAM, 2017, p. 01, tradução nossa.)

Pode-se observar que o principal objetivo é a inovação, onde acredita que esta inovação se dará a partir da implantação de Art + Design nesta política de pesquisa. Não abordamos esta abordagem STEAM em nosso trabalho por ainda entendermos como uma discursão.

A Modelagem Matemática se mostrou em nosso trabalho sobre os principais pressupostos de definições abordados nos principais livros de Biembengut e Hein (2007) e Bassanezi (2006), grandes autores desta abordagem. Bassanezi (2006) por sua vez, procura trabalhar em suas obras uma definições e aplicações de uma matemática mais completa e voltada para a graduação, já Biembengut traz em seus escritos uma Modelagem Matemática mais voltada para a educação, porém, ambas de uma forma bem significativa contribuíram para este trabalho. A modelagem proporcionou neste trabalho uma elaboração e criação de um modelo matemático, designando neste meio termo de trabalho entre os colegas alguns problemas relatados no ato de coleta de dados feito pelo autor. O aluno Robson do Curso de Licenciatura em Física, quando perguntado sobre a criação do modelo, apresentou uma resposta bastante compreensiva.

Para a criação do modelo matemático, falar sinceramente mesmo. Foi difícil. Porque a gente, assim, não teve muito um trabalho em equipe em relação ao pessoal da matemática, ficaram assim meio a deriva. Certo? Então assim, ficou mais difícil só por em relação ao pessoal de física, mais ai eles tiveram essa contribuição no trabalho, mesmo pequena. É, a relação desse modelo de criar a gente teve que tanto perguntar para o professor Deive, certo? Como também para os professores de física que a gente também conhece. Assim eles ajudaram né, no entendimento do problema, até chegar então na questão né, que foram os resultados que obtivemos (ROCHA, 2017).

Nesta fala podemos observar que atividades deste modelo devem ser trabalhadas com maior frequência na Universidade. Primeiro, é uma questão entre cursos, e nós como alunos não colaboramos um curso com o outro, no entanto cada indivíduo buscou solucionar os problemas trazidos pelo professor, buscou dialogar com os professores que são possíveis. Como os alunos de Física buscam no curso de Física e os alunos de matemática buscam no Curso de matemática. Analisando, vemos que o trabalho coletivo ainda é uma dificuldade da nossa instituição. Assim, devemos tratar que “a identidade coletiva, de modo em geral, é fruto de uma troca entre os sujeitos e resulta não em cada um abrir mão da sua individualidade, mas de cada um, a partir dela estar disposto a agir coletivamente” (OLIVEIRA, 2006, p. 92).

Podemos ainda citar, uma observação feita pela aluna Havellyn em sua entrevista sobre o uso de Modelagem Matemática na sala de aula do ensino básico de educação, atuando assim como professor (a).

É. O principal foi que a gente pode fornecer uma aula dinâmica, que a criança não precisa por exemplo, se eu vou aplicar isso em uma aula, que ela não precisa ficar só sentada olhando para o professor escrevendo no quadro passando fórmulas, fórmulas e fórmulas. Pode aprender de uma fórmula que o aluno esteja produzindo o crescimento, que o aluno esteja lá com a mão na massa fazendo seu próprio conhecimento (SILVA, 2017).

O aluno Robson quando abordado com a mesma pergunta, também utiliza dos artifícios de aplicação da modelagem em sala de aula, referindo-se apenas ao nível três, Ensino Médio. Segundo Robson (2017),

A criação desse modelo teve grande ênfase na questão de você trabalhar tanto a matemática, que é o cálculo diferencial em relação a alguns problemas, como também você relacionar esse conteúdo ao aluno do Ensino Médio. Ou seja, tivemos dois. Vamos dizer assim, tivemos dois modelos, podemos se dizer. Que foi o cálculo diferencial que a gente aprende na universidade, junto com o modelo. Juntamente como transformar esse cálculo diferencial de uma forma mais simples para os alunos ente. Para os alunos do Ensino Médio entender.

Barbosa (2001, p.08) aborda esta ideia dos alunos que o “ambiente de aprendizagem de Modelagem, baseado na indagação e investigação, se diferencia da forma que o ensino tradicional – visivelmente hegemônico nas escolas - busca estabelecer relações com outras áreas e o dia-dia”. Assim é compreensível que a Modelagem Matemática tenha um papel fundamental na mudança metodológica no ensino de matemática das escolas.

Em torno deste trabalho, procuramos responder quais as possibilidades dos projetos STEM promoverem o ensino e aprendizagem da matemática pela Modelagem Matemática? O principal desafio foi introduzir esta abordagem de Modelagem Matemática junto com os projetos STEM.

Constituídos de projetos de engenharia, os projetos STEM podem ser desenvolvidos e trabalhados com base em vários pressupostos de ensino. A interdisciplinaridade contribui no trabalho de desenvolvimento destes projetos pelos alunos. A Modelagem como uma ideia de criação de modelo, institui-se como uma representação (BURAK, 2004), pode possibilitar uma interação entre essas duas vertentes no ensino e aprendizado de matemática.

O uso do projeto do “Carrinho impulsionado por uma bexiga” conseguiu ser desenvolvido pelos alunos, demonstrando inicialmente um projeto de engenharia da confecção do carrinho, mostrando no final o seu desempenho, e do início ao fim a matemática se encontra presente. Vale ressaltar que no processo de confecção dos carrinhos foram discutidos conteúdos de medidas, área, artes, física, engenharia.

Fica evidente que o trabalho com a modelagem a partir do projeto de engenharia (projeto do carrinho) desenvolveu nos alunos participantes os conhecimentos básicos de tecnologia, com o uso dos *softwares*, e de matemática, como, o trabalho com tabelas, trabalho

com gráficos, Linhas de tendência, polinômio, e ainda mais quando relacionada à matemática de Ensino Superior, o uso de integrais e derivadas para a realização da demonstração da *Função horária dos espaços*, que é utilizada a uma aceleração a constante.

Assim, conseguimos registrar diversos cenários STEM utilizando a Modelagem Matemática no ensino de matemática. Desta maneira foi possível identificar na realização deste trabalho e participação do projeto PARTEM, as contribuições feitas a minha aprendizagem social e acadêmica quanto a um futuro professor de Matemática.

REFERÊNCIAS BIBLIORÁFICAS

AKGUN, Ozcan Erkan. Technology in STEM Project-Based Learning. In: CAPRARO, Robert M.; CAPRARO, Mary Margaret; MORGAN, James R.. **STEM Project-Based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach** (2nd Edition). 2. ed. Texas: Sense Publishers, 2013. Cap. 8. p. 65-76.

ANDRÉ, Marli E. D. A. de. **Etnografia Da Prática Escolar**. 18. ed. Campinas, SP: Papirus, 1995. (Série Prática Pedagógica).

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-Aprendizagem com Modelagem Matemática: uma nova estratégia**. 3º ed. São Paulo: Contexto, 2006.

BARBOSA, J. C. Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. In: Reunião Anual da ANPED, 24., 2001, Caxambu. **Anais...** Rio Janeiro: ANPED, 2001. 1 CD-ROM.

BIEMBENGUT, Maria Sallet; HEIN, Nelson. **Modelagem Matemática no Ensino**. 4. ed. 1º reimpressão - São Paulo: Contexto, 2007.

BOGDAN, Robert C.. BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto – Portugal: Porto Editora, 1994.

BRANDÃO, Carlos Rodrigues. A pesquisa participante e a participação da pesquisa: Um olhar entre tempos e espaços a partir da América Latina. In: BRANDÃO, Carlos Rodrigues; STRECK, Danilo Romeu (org.). **Pesquisa Participante: O Saber da Partilha**. Aparecida: Idéias & Letras, 2006. Cap. 1. p. 21-54.

BURAK, Dionísio. Modelagem Matemática e a Sala de Aula. In: I EPMEM - Encontro Paranaense da Modelagem Na Educação Matemática. 2004, Londrina. **Anais do I EPMEM**, 2004.

CAPRARO, Mary Margaret; JONES, Meredith. Interdisciplinary STEM Project-Based Learning. In: CAPRARO, Robert M.; CAPRARO, Mary Margaret; MORGAN, James R.. **STEM Project-Based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach** (2nd Edition). 2. ed. Texas: Sense Publishers, 2013. Cap. 6. p. 47-54.

CAPRARO, Robert M.; MARGARET, Mary; MORGAN, James R.. **STEM Project-Based Learning: An integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach** (2nd Edition). 2. ed. Texas: Sensepublishers, 2013.

CAPRARO, Robert M.; SLOUGH, Scott W.. Why PBL? Why STEM? Why Now? An Introduction to STEM Project-Based Learning: An Integrated Science, T. In: CAPRARO, Robert M.; CAPRARO, Mary Margaret; MORGAN, James R.. **STEM Project-Based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach** (2nd Edition). 2. ed. Texas: Sense Publishers, 2013. Cap. 1. p. 1-6.

CARDOSO, Juliana da Silva. **Juliana da Silva Cardoso**. [Set. 2017]. Entrevistador: Luan Alves Ferreira. Araguaína, 2017. 1 arquivo. 3GP (07 mim. 40 seg.). A entrevista na íntegra encontra-se transcrita no Apêndice A desta monografia.

DEMO, Pedro. **Educar pela pesquisa**. 6. ed. Campinas: Autores Associados, 2003.

FERREIRA, Neuber Silva. **Modelagem Matemática e Tecnologias da Informação e Comunicação como ambiente para abordagem do conceito de Função segundo a Educação Matemática Crítica**. 2013. 243 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Educação Matemática, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013.

GAJARDO, Marcela. Pesquisa Participante: Propostas e Projetos. In: BRANDÃO, Carlos Rodrigues (org.). **Repensando a Pesquisa Participante**. 3. ed. São Paulo: Brasiliense, 2010. p. 15-50.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos da Física 1: Mecânica**. 6. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2002. Tradução: José Paulo Soares de Azevedo.

LANDA, Libertad Hernandez. O que é pesquisa participante? In: BRANDÃO, Carlos Rodrigues; STRECK, Danilo Romeu. **Pesquisa Participante: O Saber da Partilha**. Aparecida: Idéias & Letras, 2006. Cap. 3. p. 93-122.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A.. **Pesquisa Em Educação: Abordagens qualitativas**. 1. Ed., 11º Reimpressão. São Paulo: EPU, 2008.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2005.

MARTINS, Rosemary. **Diagrama de dispersão ou de correlação**. 2013. Disponível em: <<http://www.blogdaqualidade.com.br/diagrama-de-dispersao-ou-de-correlacao/>>. Acesso em: 19 set. 2017.

MORGAN, James R.; SLOUGH, Scott W.. Classroom Management Considerations: Implementing STEM Project-Based Learning. In: CAPRARO, Robert M.; CAPRARO, Mary Margaret; MORGAN, James R.. **STEM Project-Based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach** (2nd Edition). 2. ed. Texas: Sense Publishers, 2013. Cap. 11. p. 99-108.

MOREIRA, Gabriel Costa. **Gabriel Costa Moreira**. [Set. 2017]. Entrevistador: Luan Alves Ferreira. Araguaína, 2017. 1 arquivo. 3GP (04 mim. 44 seg.). A entrevista na íntegra encontra-se transcrita no Apêndice C desta monografia.

OLIVEIRA, Lilian Haffner da Rocha. **Trabalho Coletivo em Educação: Os desafios para a construção de uma experiência educacional fundamentada na cooperação em uma escola municipal de São Paulo**. São Paulo, Feusp, 2006. (Dissertação de Mestrado)

ÖZEL, Serkan. W3 of STEM Project-Based Learning. In: CAPRARO, Robert M.; CAPRARO, Mary Margaret; MORGAN, James R.. **STEM Project-Based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach** (2nd Edition). Texas: Sense Publishers, 2013. p. 41-46.

ROCHA, Robson Carneiro. **Robson Carneiro Rocha**. [Set. 2017]. Entrevistador: Luan Alves Ferreira. Araguaína, 2017. 1 arquivo. 3GP (04 mim. 20 seg.). A entrevista na íntegra encontra-se transcrita no Apêndice D desta monografia.

Skovsmose, Ole. (2000). Cenários para investigação. **Bolema**, 14, 66-91.

SKOVSMOSE, Ole. **Desafios da reflexão em educação matemática crítica**. Campinas, Sp: Papirus, 2008. Tradução: Orlando de Andrade Figueiredo, Jonei Cerqueira Barbosa.

SILVA, Havellyn Tays Lima da. **Havellyn Tays Lima da Silva**. [Set. 2017]. Entrevistador: Luan Alves Ferreira. Araguaína, 2017. 1 arquivo. 3GP (03mim. 40seg.). A entrevista na íntegra encontra-se transcrita no Apêndice E desta monografia.

SOARES, Denise A.; VANNEST, Kimberly J.. STEM Project-Based Learning and Teaching for Exceptional and Learners. In: CAPRARO, Robert M.; CAPRARO, Mary Margaret; MORGAN, James R.. **STEM Project-Based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach** (2nd Edition). 2. ed. Texas: Sense Publishers, 2013. Cap. 10. p. 85-98.

STEAM. **STEM to STEAM**. 2017. Disponível em: <<http://stemtosteam.org/>>. Acesso em: 27 set. 2017.

SZYMANSKI, Heloisa; ALMEIDA, Laurinda Ramalho de; PRANDINI, Regina C. A. R.. **A Entrevista Na Pesquisa em Educação: a prática reflexiva**. Brasília: Liber Livro Editora, 2004. 3º ed. (2010).

THIOLLENT, Michel. Notas para o debate sobre pesquisa-ação. In: BRANDÃO, Carlos Rodrigues. **Repensando a Pesquisa Participante**. 3. ed. São Paulo: Brasiliense, 2010. p. 82-103.

UFT. Universidade Federal do Tocantins. **Projeto Pedagógico Do Curso De Licenciatura Em Matemática Do Campus Universitário De Araguaina.** Palmas, 2012.

FLICK, Uwe. **Introdução a Pesquisa Qualitativa.** 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
Tradução Joice Elias Costa.

APÊNDICES

APÊNDICE A: QUESTIONÁRIO DA ENTREVISTA

As perguntas abaixo foram feitas aos alunos que fizeram parte do projeto Produção de Artefatos Tecnológicos para a Educação Matemática – PARTEM, realizado na Universidade Federal do Tocantins, campus Araguaína, com direcionamento aos alunos dos Cursos de Licenciatura em Matemática e Física, no âmbito do Laboratório de Matemática, mais especificadamente, relacionado à atividade de criação de um modelo matemático a partir de um deslocamento de um “carrinho impulsionado por uma bexiga”. Estes alunos foram:

- **Gabriel Costa Moreira** – Curso de Licenciatura em Matemática;
- **Juliana da Silva Cardoso** - Curso de Licenciatura em Matemática;
- **Hevellyn Tays Lima da Silva** - Curso de Licenciatura em Matemática;
- **Robson Carneiro Rocha** - Curso de Licenciatura em Física;

Segue abaixo as perguntas.

1. Qual foi o ponto inicial dos trabalhos com o carrinho?
2. O que você achou de fazer o experimento? Relacione aqui questões do desenvolvimento, o modelo, as medidas, e etc..
3. Como foi criar o modelo matemático para responder a pergunta principal?
4. O que você achou das discursões que o carrinho gerou sobre os modelos matemáticos?
 - 4.1. O que você achou em desenvolver esses modelos?
5. O que você acha que aprendeu com esse projeto do carrinho?
 - 5.1. Cite também o que você acha que tem que melhorar?
6. Que novas perguntas você criaria em substituição a primeira que já foi feita?

APÊNDICE B: TRANSCRIÇÃO DA ENTREVISTA DA JULIANA

1 Qual foi o ponto inicial dos trabalhos com o carrinho?

Boa tarde Luan!

Eu iniciei. Eu comecei a participar do grupo alguns dias depois que ele já havia começado. Então quando eu entrei alguns alunos já haviam feito o carrinho. Então, o professor nós passou um modelo. Um Artigo da internet, em que tinham os procedimentos para se fazer os carrinhos, e aí, que a gente começou as atividades.

2 O que você achou de fazer o experimento? Relacione aqui questões do desenvolvimento, o modelo, as medidas, e etc..

Eu achei bem construtivo. É inicialmente foi bem difícil, eu nunca imaginei fazer um carrinho, né, de papelão e, o material eu peguei as tampinhas de leite. Também tem as questões de você fazer as medidas certas. Pegar o, o, a quantidade certa de.... que no caso eu achei papelão. Escolher o ângulo certo. Isto tudo foi bem difícil. Assim, no jeito que nos temos que fazer. O modelo, o modelo, eu usei um que já tinha no laboratório, que um aluno já havia feito, achei um modelo mais prático. Ele usava o papelão, colava uns canos, uns canos com as tampinhas de garrafas.

As medidas, eu. Em relação às medidas do carrinho. Eu tentei deixar ele o mais leve possível, pra ver se ele andava mais rápido e, tentei tirar o atrito, que quando você usa as tampas elas tem uma dificuldade maior para rodar, então isso foi o mais difícil. Colocava o carrinho pra rodar e as rodas caíam, e tinha que colar de novo, ou eu coloquei a, a. Eu fiz um furo muito grande. Enfim, foi difícil e bem construtivo e divertido, me diverti bastante.

3 Como foi criar o modelo matemático para responder a pergunta principal?

É, foi difícil, eu nunca tinha trabalhado com o excel até então. É, os outros. Todos os *softwares* que o professor utilizou eu não conhecia, então a gente foi seguindo os passos né, com o auxílio dele, e, e. Saiu muito bom né. E, eu achei interessante por você buscar uma equação pra um modelo que você criou ali na hora né, adequar ele a alguma coisa.

4 O que você achou das discursões que o carrinho gerou sobre os modelos matemáticos?

Foram discursões bem interessantes, a gente questionava qual função ia dar certo, se o gráfico estava se aproximando mais. As medidas de dispersão. Se o ponto estava fora porque que aquela função ia dá certo. Como fazer aqueles procedimentos, se a gente lembraria depois. A, também teve o momento em que a gente fez né as medidas, tudo direitinho com os carrinhos. Fez o espaçamento. A gente calculou minuto por minuto. É, segundo por segundo é o caso, e não dava certo, a gente refazia. A gente colocava as medidas e, se aquelas medidas eram

adequadas. Tudo isso a gente se questionava quando a gente ia criar o modelo e, todo mundo falava, “mais isso ah” “isso não vai da certo” ou “isso aqui, num foi adequado”. A gente procurava o professor ajudava.

4.1 O que você achou em desenvolver esses modelos?

Ah. Então. Quando a gente foi desenvolver esses modelos né, a gente não fazia, tinha nem noção de como seria esses modelos. A gente foi testando, testando. É, uma atividade bem curiosa na verdade, você ficar ali. É. Assim, achei bem interessante mesmo. Aprendi muito, como eu nunca tinha trabalhado com modelagem até então, é, foi algo muito novo pra mim, é, adequar uma coisa que eu fiz ali na hora, a um modelo matemático. Foi bem. Foi como se o que eu tivesse estudando fizesse sentido.

5 O que você acha que aprendeu com esse projeto do carrinho?

5.1 Cite também o que você acha que tem que melhorar?

Ah. Então. Primeiro eu aprendi. Eu acho muito interessante você estudar brincando né, aprender se divertindo, foi muito engraçado né, a gente fez uma corrida. A gente calculou o tempo de cada um. Qual a estrutura de carrinho que melhor funcionou né. Que proporcionou ganhar as corridas. Porque, você faz um modelo de carrinho e, muitas vezes, assim, você não estruturou bem, ele tava andando pro outro lado. Ou ele não tá saindo do lugar. O balão furou. Então a gente tem os imprevistos quando a gente vai participar disso. E. Eu aprendi muito. Eu nunca tinha. Como eu não havia trabalhado com modelagem, eu não sabia como funcionava. Aquele sistema de você criar os pontos, criar os dados, pra depois você adequar em determinada coisa, é isso eu achei muito interessante, e muito curioso criar aquilo. E. No quesito melhorar eu acho que seria mais interessante e construtivo, tanto pro grupo, seria uma participação maior dos alunos. O que a gente não pode controlar né. Você chama e os alunos não vão. Mas, se tivesse mais alunos, eu imagino que teria uma contribuição maior pro grupo. Teria questionamentos muito mais. É, muitos outros questionamentos que seriam enriquecedores. E a gente poderia imaginar mil e uma outras formas de fazer o projeto e desenvolver esse carrinho.

6 Que novas perguntas você criaria em substituição a primeira que já foi feita?

Então, depende. Depende do que a gente quer pesquisar né. O objetivo quando a gente fez o carrinho, seria adequar os procedimentos a uma equação, usar o excel para você colocar os dados. Então, tinha tudo uma estrutura por trás. Então, eu acho que outras perguntas poderiam ser feitas em cima da construção do carrinho dependeria do que a gente ia propor pesquisar, o que a gente queria com aquela atividade, e que é inúmeras. A gente pode trabalhar a questão do tamanho do balão. A gente pode trabalhar a questão da estrutura do carrinho. Então, eu

acho que tem muitas vias aí, muitas perguntas que a gente poderia trabalhar. Não sei assim de cara alguma pra falar, mas, poderia ser uma reflexão boa do porque fazer a atividade.

Muito bem. Obrigado pela contribuição!

APENDICE C: TRANSCRIÇÃO DA ENTREVISTA COM O GABRIEL

1. Qual foi o ponto inicial dos trabalhos com o carrinho?

Então, o ponto inicial foi quando o professor Deive é, me convidou para participar do projeto construindo um carrinho de garrafa pet, para analisarmos seu movimento afim de encontrarmos a função que representava o deslocamento do carrinho.

2. O que você achou de fazer o experimento? Relacione aqui questões do desenvolvimento, o modelo, as medidas, e etc..

Olha, com a construção do carrinho eu aprendi a importância do, da simetria e, do balanceamento do peso para manter o movimento mais retilíneo possível do carrinho.

É, além disso ele incitou a minha criatividade para lidar com o imprevistos né. Agora em questão da. Foi a primeira experiência que eu tive a trabalhar com objeto concretos e, juntar dados para obtermos informações através disso. Foi bastante enriquecedor pra mim, experiência enriquecedora para o meu ensino e aprendizagem.

3. Como foi criar o modelo matemático para responder a pergunta principal?

Essa foi a parte mais importante, interessante que eu achei, pois, nessa hora nós tínhamos que nós dividir né, medir na verdade, juntar medidas no chão e então cada um pegar o celular e marcar o tempo que o carrinho ia passar, o tempo exato que o carrinho ia passar, e dada essas informações ia jogando no excel, e conseguimos obter a função que representava o movimento do carrinho. Então, nossa, essa foi a primeira experiência que eu tive como já citei, e a partir de dados de materiais concretos chegar ne uma função, modelo matemática que até pra mim estava na abstração, me deu uma noção do quanto a matemática é a formalização do que é real.

4. O que você achou das discursões que o carrinho gerou sobre os modelos matemáticos?

As discursões eu achei importante para a minha formação porque quando estávamos discutindo a respeito disso das funções, na verdade se eu não me engano chegamos inicialmente em um modelo errado, numa função errada, nós tínhamos chegado em uma função do quinto grau. Depois fizemos novamente, a primeira tentativa nós tínhamos chegado ao quinto grau. O professor Deive afirmou que não era possível, então nós fizemos novamente a medição do tempo lá, e nesse segundo momento chegamos em uma função correta, que é a função do segundo grau. Então, através de discursões de que a função real não representava uma de quinto grau podemos analisar informações que as vezes tá errada e informações que chegam no destino correto.

4.1. O que você achou em desenvolver esses modelos?

Eu particularmente achei interessante né, pois como eu já citei, até então não tinha experiência alguma em desenvolver, em ter trabalhado com materiais concretos, juntar dados e obter informações a partir disso. E me deu experiência, bagagem para trabalhar com mais projetos, modelos a partir disso.

5. O que você acha que aprendeu com esse projeto do carrinho?

5.1.Cite também o que você acha que tem que melhorar?

O que eu aprendi com o projeto do carrinho, é que qualquer objeto pode ser trabalhado, pode se construir modelos matemáticos a partir dele, e que a matemática não está só nas fórmulas, está no dia a dia do cotidiano. O que pode melhorar, é trazer mais objetos do dia a dia e analisar modelos matemáticos para conseguirmos fórmulas, modelos, e representar, mostrar a matemática que está no dia a dia

6. Que novas perguntas você criaria em substituição a primeira que já foi feita?

Que novas perguntas eu criaria? A nova pergunta que eu poderia fazer é. Qual a influência que o peso pode ter no deslocamento do carrinho, da proporção da bexiga que vai ter sobre o carrinho? Qual o deslocamento. O peso que o carrinho pode ter?

É um novo modelo que podemos estar trabalhando e observando. Tem a questão do material, essa é minha contribuição que eu teria para o projeto.

Muito bem e muito obrigado Gabriel.

APENDICE D: TRANSCRIÇÃO DA ENTREVISTA COM O ROBSON

1. Qual foi o ponto inicial dos trabalhos com o carrinho?

O ponto inicial para o trabalho partiu do professor Deive na questão de poder trabalhar Física e Matemática envolvendo o carrinho, sendo que teria o carrinho de bexiga e o carrinho de controle remoto utilizando o Arduino.

2. O que você achou de fazer o experimento? Relacione aqui questões do desenvolvimento, o modelo, as medidas, e etc..

O que eu achei do experimento? Foi um experimento bem dinâmico, fácil de se fazer. Um experimento de materiais bem fácil de você encontrar. Não são caros também. Certo? A primeira fase. A segunda fase seria relacionar a questão do arduino no carrinho. Você iria fazer com que ele se tornasse um carrinho de controle remoto.

3. Como foi criar o modelo matemático para responder a pergunta principal?

Para a criação do modelo matemático, falar sinceramente mesmo. Foi difícil. Porque a gente, assim, não teve muito um trabalho em equipe em relação ao pessoal da matemática, ficaram assim meio a deri. Certo? Então assim, ficou mais difícil só por em relação ao pessoal de física, mais ai eles tiveram essa contribuição no trabalho, mesmo pequena. É, a relação desse modelo de criar a gente teve que tanto perguntar para o professor Deive, certo? Como também para os professores de física que a gente também conhece. Assim eles ajudaram né, no entendimento do problema, até chegar então na questão né, que foram os resultados que obtivemos.

4. O que você achou das discursões que o carrinho gerou sobre os modelos matemáticos?

A respeito das discursões que o carrinho gerou sobre o modelo matemático, teve alguns aspectos assim, podemos se dizer assim, é, curiosos, sobre em relação a movimentos do carrinho. Em relação também a coleta de dados, certo?

Tivemos alguns problemas, como sempre de primeira, e as discursões foram bastante. Vamos se dizer assim. Como se dizer não. Foi de grande ênfase, porquê teve uma grande participação dos alunos. Já que a discursão dos resultados foi feita em sala de aula junto com o professor, que é o ideia da chave. Ideia da chave não. Teve a ideia principal do projeto.

4.1. O que você achou em desenvolver esses modelos?

A criação desse modelo teve grande ênfase na questão de você trabalhar tanto a matemática, que é o cálculo diferencial em relação a alguns problemas, como também você relacionar esse conteúdo ao aluno do ensino médio. Ou seja, tivemos dois. Vamos dizer assim, tivemos dois modelos, podemos se dizer. Que foi o calculo diferencial que a gente aprende na universidade,

junto com o modelo. Juntamente como transformar esse cálculo diferencial de uma forma mais simples para os alunos ente. Para os alunos do Ensino Médio entender.

5. O que você acha que aprendeu com esse projeto do carrinho?

Esse projeto do carrinho veio a contribuir ao meu processo de ensino e aprendizagem, e também para a minha formação como futuro docente na área de Física.

5.1. Cite também o que você acha que tem que melhorar?

A questão do que tem que melhorar, é a respeito do que. Vamos se dizer assim. Da estrutura em que nós tava trabalhando. A, o, os materiais que tínhamos em mãos, era pouco para os alunos que estavam trabalhando neste projeto.

6. Que novas perguntas você criaria em substituição a primeira que já foi feita?

A primeira pergunta que foi feita ela é, vamos dizer assim, é muito boa porque ela abrange tudo que nós quisemos buscar com esse projeto. Mas se fosse pra melhorar né, no intuito disso, eu diria que outra que poderia ser utilizada, seria a questão da, quais meios e métodos certo, podem levar aos estudos físicos e matemáticos dos fenômenos, por exemplo, utilizando o carrinho de bexiga.

APENDICE E: TRANSCRIÇÃO DA ENTREVISTA COM O HEVELLYN

1. Qual foi o ponto inicial dos trabalhos com o carrinho?

Boa tarde Luan. O ponto inicial foi a criação do carrinho em si, quando a gente pegou os materiais que cada um escolheu né, seus materiais e, fez o carrinho.

2. O que você achou de fazer o experimento? Relacione aqui questões do desenvolvimento, o modelo, as medidas, e etc..

É. Foi muito interessante, e também por a abordagem matemática né, porque teve as questões das medidas, do, da. Calcular o tempo, isso foi uma parte muito interessante.

3. Como foi criar o modelo matemático para responder a pergunta principal?

Foi. Foi. Foi bom porque, a gente com isso pode desenvolver uma abordagem usando a modelagem né, que eu não tinha contato né com a modelagem, e, foi, uma experiência produtiva porque, percebemos que com isso a gente pode futuramente com os alunos que a gente for lesionar na sala de aula, a gente pode usar essa abordagem para uma aprendizagem mais específica.

4. O que você achou das discursões que o carrinho gerou sobre os modelos matemáticos?

Foi bastante pertinente né, porque a gente. As discursões começou por exemplo em um ai foi desenvolvendo, por exemplo: porque isso? Porque aquilo? E ai essas discursões acabou gerando novos conhecimentos né, porque com as perguntas vem respostas, e com as respostas vem mais perguntas ainda.

4.1. O que você achou em desenvolver esses modelos?

É, foi um pouco complicado né, porque, tem a questão de medida, de, de, de. De aproximação, esse tipo de coisa.

5. O que você acha que aprendeu com esse projeto do carrinho?

É. O principal foi que a gente pode fornecer uma aula dinâmica, que a criança não precisa por exemplo, se eu vou aplicar isso em uma aula, que ela não precisa ficar só sentada olhando para o professor escrevendo no quadro passando formulas, formulas e formulas. Pode aprender de uma formula que o aluno esteja produzindo o crescimento, que o aluno esteja lá com a mão na massa fazendo seu próprio conhecimento.

5.1. Cite também o que você acha que tem que melhorar?

Eu acredito que a gente podia levar isso pra escola mesmo, não ficasse só em experiências feitas com os alunos de graduação, que a gente tivesse mais pessoas envolvidas no trabalho.

6. Que novas perguntas você criaria em substituição a primeira que já foi feita?

É, eu acredito que se seria possível o aluno, ele aprendesse mesmo a desenvolver, ele conseguisse construir um conhecimento, com essas novas fórmulas de, de, de criação de, tipo a modelagem.

Muito Obrigado!